8° Oec. Ingenhouz
933

<36604540250012

<36604540250012

Bayer. Staatsbibliothek

Oct. 977

R

J. Ingenhousz
über
Ernährung der Pflanzen
und
Fruchtbarkeit des Bodens

---

aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen

von

Gotthelf Fischer

der Weltweisheit Doctorn, der Arzneiwissenschaft Bacc. Mitgliede des Collegii physico-mathematici zu Basel. ꝛc. ꝛc.

Nebst

einer Einleitung über einige Gegenstände der Pflanzenphysiologie

von

F. A. von Humboldt.

Leipzig,
in der Schäferischen Buchhandlung
1798.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Einleitung

über einige Gegenstände der Pflanzen-physiologie.

Herr Ingenhousz gehört zu der kleinen Zahl arbeitender Physiker, welche das fruchtbare Talent besitzen, nicht nur einzelne Gegenstände mit bewunderswürdiger Anstrengung zu verfolgen, sondern auch jede neue Erscheinung (statt sie isolirt aufzustellen) harmonisch mit den ältern zu verbinden. Seine Schriften lehren, daß er

den großen Zweck aller Naturforschung, dies Zusammenwirken der Kräfte, zu untersuchen, nie aus den Augen verliert, und wenn seine Lage in England, die er vor Endigung des Seekriegs nicht zu verlassen wünscht, wenn die Entfernung von seinem kostbaren Apparate ihn gegenwärtig hindert, seine pneumatischen oder elektrischen Entdekkungen weiter zu verfolgen, so ist er dennoch unablässig beschäftigt, die allgemeine Oekonomie der Natur zu studiren. Die Abhandlung on the food of plants and renovation of the soil, welche mein Freund, Herr D. Fischer, hier dem Publikum übergiebt, ist eine Frucht jenes Studiums. Ohnerachtet sie nicht leer von neuen Versuchen über den Wachsthum der Gewächse ist, so zeichnet sie sich doch minder durch diese, als durch die Zusammenstellung älterer Beobachtungen, durch die Anwendung physikalisch-chemischer Erfahrungen auf die Physiologie der organischen Körper aus.

Die Manufakturen haben bereits mannigfaltigen Nutzen von den Entdeckungen der antiphlogistischen Chemie gezogen. Herr Ingenhousz zeigt uns, daß die edelste und wichtigste Beschäftigung der Menschen, der Pflanzenbau, nicht mindere Vervollkommnung davon zu erwarten habe. Je tiefer wir in das Dunkel der organischen Kräfte eindringen, je mehr wir von dem großen Lebensprocesse errathen, durch den alle vitalen Erscheinungen im Thier- und Pflanzenkörper bewirkt werden, desto eher dürfen wir hoffen, die Mittel aufzufinden, durch welche die schnellere Entwikkelung der Organe, und die Veredlung ihre Säfte befördert wird. Sollte das Resultat dieser Untersuchungen auch seyn, daß der Akkerbau nach eben der Methode fortbetrieben werden müsse, welche man durch das Ansehen mehrerer Jahrtausende unerschütterlich festgegründet glaubt; sollten die künftigen Physiker selbst rathen, daß man die Erd=

arten, wie bisher, zu mischen, das Feld, wie bisher, zu düngen fortfahre: so würde jene Verbindung der Chemie und Oekonomie dennoch keineswegs so fruchtlos gewesen seyn, als der rohe Praktiker uns zu überreden sucht. Es geht mit dem Pflanzenbau, wie mit der ausübenden Medicin, mit der Pflege des vegetabilischen Körpers, wie mit der des animalischen. Man spricht von bisheriger Methode, von bisheriger Verfahrungsart, eben als wenn alle Oekonomen und Aerzte sich längst über allgemein gültige Principien vereinigt hätten. Schon vor Brown hat man das Nervenfieber (Typhus) reizend zu behandeln, den Gebrauch des Opiums, als Stärkungsmittel, angerathen. Ohne die Erfahrungen der Physiker zu kennen, und von diesen in ihren Grundsätzen irre gemacht zu werden, haben praktische Oekonomen selbst über die Vorbereitung des Bodens, über die Ruhe, welche ihm neue Kräfte verschaffen soll, und

über die Behandlung der aufkeimenden Gewächse gestritten. Führt daher auch unsere erweiterte Naturkenntniß weder auf die Erfindung neuer Heilmittel, noch auf die einer noch nie gebrauchten kräftigeren Dungart — so wird sie doch wohlthätig genug für die Menschheit seyn, wenn sie unter entgegen gesetzten Methoden wählen, die alltäglichsten, aber noch immer unenträthselten Phänomene erklären, und einen causalen Zusammenhang zwischen Wirkungen einsehen lehrt, von deren Einfluß oft der Wohlstand der zahlreichsten und wichtigsten Menschenklasse abhängt.

Unermeßlich ist in der That das Feld, welches der Pflanzenbau dem Untersuchungsgeiste des Physikers darbiethet. Erfordert die Pflege des thierischen Körpers, daß man, außer der Gestalt und den Verrichtungen seiner Organe, auch die reizende Einwirkung äußerer Stoffe auf denselben

kenne, so wird bei der Kultur der Gewächse diese Kenntniß doppelt nothwendig. Die thierische Faser ist selbstständiger, unabhängiger von dem Medium, in welchem sie sich befindet. Sonnenlicht, magnetische und elektrische Ladung des Dunstkreises, Feuchtigkeit, Wärme und Sauerstoffgehalt desselben modificiren allerdings die Functionen der thierischen Maschine; aber die Veränderungen, welche sie in dieser hervorbringen, sind im Ganzen minder auffallend und mächtig, als ihr Einfluß auf die vegetabilischen Organe. Dieser Unterschied liegt nicht sowohl in einer größern Erregbarkeit (Irritabilität) der Pflanzenfaser, als vielmehr in dem Umstande, daß die Lebensverrichtungen der Gewächse mehr durch äußere, als durch innere Reize unterhalten werden, daß sie dieser Reizung ununterbrochen bedürfen, und daß die (Energie) Lebenskraft ihrer Organe zu schwach ist, um den Kampf gegen die Einwirkung schädlicher Potenzen

zu bestehen. Sonnenlicht ist im Stande, das aufkeimende Saamenkorn zu zerstören. Eine kalte Frühlingsnacht tödtet die aufgebrochene Blüthenknospe. Brunnenwasser entblättert Sträucher, die an Befeuchtung mit Regenwasser gewöhnt sind. Berührung mit kohlensaurem Gas macht jedes Gewächs erwelken. Die geringste Veränderung des Mediums stöhrt, oder befördert die Entwikkelung der vegetabilischen Schöpfung.

Wissenschaftliche Kenntniß der Pflanzenkultur kann daher nicht ohne Physiologie, diese nicht ohne allgemeine Meteorologie und Chemie bestehen. Die Pflanze ist an den Boden geheftet. Es ist nicht genug, die Grunderden zu kennen, aus welchen dieser oder jener Boden zusammengesetzt ist; nein, wir müssen auch das Verhältniß wissen, welches zwischen diesen Grunderden und den Bestandtheilen der Gewächse statt findet.

Jedes Problem hängt mit hundert anderen zusammen. Warum (um nur ein

Beyspiel zu wählen) ist ein Gewitterregen erquikkender für die Pflanzendekke, als das sorgfältigste Besprizzen (ein künstlicher Regen) mit Flußwasser? Die Beantwortung dieser einfachen Frage könnte einen experimentirenden Physiker Jahre lang beschäftigen. Unterscheidet sich jenes Regenwasser vom Flußwasser als Wasser, das heißt, mischt sich Sauerstoff und Wasserstoff nach verschiedenen Verhältnissen zusammen, oder liegt die ungleiche Wirkung in der Luft, welche beide Wasserarten mechanisch eingemengt enthalten? Ist die Luft im Regenwasser, welches während des Gewitters fällt, noch sauerstoffreicher, als die Luft im gemeinen Regenwasser, und finden sich hier ähnliche Unterschiede, als die, welche Herr Hassenfraz zwischen dem Brunnen- und Flußwasser aufgefunden hat? Alles Regenwasser enthält eine Spur von Kochsalz- und Stikstoff-Säure nebst Kalkerde aufgelößt. Zeichnen sich nun die Gewitterregen durch

den mehrern oder mindern Gehalt an diesen Stoffen aus, oder beruht ihre belebende Kraft auf der größern Leichtigkeit, mit der sie in den Organen zersetzt werden? Geschieht diese Zersetzung leichter, weil das Oxygen mit dem Hydrogen in einem Wasser inniger, in einem andern lokkerer verbunden ist, oder deshalb, weil die Erregbarkeit der Organe, (ihre Energie) während des Gewitters erhöht ist, und sie also fähiger sind, ihre vitalen Funktionen zu verrichten. Hängt diese Erhöhung der Erregbarkeit von der elektrischen Ladung des Dunstkreises, oder von seiner eudiometrischen Beschaffenheit, (seinem Gehalt an Lebensluft oder Kohlensäure) ab? Diese Fragen können, ohne die gründlichste Kenntniß der Meteorologie, pneumatischen Chemie, und Physiologie der Gewächse nicht befriedigend beantwortet werden. Alle organische Wesen stehen im Verkehr mit der ganzen äußeren Sinnenwelt, indem diese reizend

auf sie einwirkt, und wir dürfen uns keiner Einsicht in den Zusammenhang vitaler Erscheinungen rühmen, wenn wir nicht unablässig das Studium der todten Natur mit dem der belebten verbinden.

Von dem Nutzen dieser Verbindung überzeugt, haben mehrere Staaten bereits Anstalten getroffen, den Pflanzenbau den naturhistorischen Wissenschaften näher zu bringen. Wenn daher die nachfolgende Abhandlung des Herrn Ingenhousz auch nicht einen innern litterarischen Werth hätte, so müßte sie dennoch schon von der Seite wichtig scheinen, daß sie das Nachdenken auf Gegenstände lenkt, welche der rohen Empirie allein überlassen sind. Die Anwendung chemischer Grundsätze auf den Akkerbau kann nicht so gelehrt werden, daß diese Lehre dem Landmann selbst eine unterrichtende Lektüre gewähren könnte. Auch war dieß Hrn. Ingenhousz Zweck nicht.

Dieser ist vollkommen erreicht, wenn Männer, deren Pflicht es ist, die Erzeugung nutzbarer Naturprodukte zu befördern, und durch Vervollkommnung der Pflanzenkultur den Nazionalreichthum zu vermehren, wenn diese Männer, sage ich, in dem Glauben bestärkt werden, daß die Wissenschaften wohlthätig für die Menschheit sind, wenn ihr Einfluß auf die technischen Gewerbe nicht durch politische Verhältnisse gehindert wird.

In demjenigen Lande, wo diese Hinderung am wenigsten statt findet, wo das freiste Verkehr der Ideen herrscht, wo um so mehr gewirkt wird, als man sich weniger seines Wirkens rühmt, in England, haben die Ingenhouszischen Vorschläge große Sensation gemacht. Die Akkerbaugesellschaft hat die Abhandlung ihren Schriften einverleibt. Mehrere Privatpersonen, besonders der größte Beförderer alles Nützlichen, der Präsident der königlichen Societät, Sir

Joseph Banks, haben sogleich beschlossen, die neuen Versuche zur Befruchtung des Bodens zu wiederholen. Selbst der König ist im Sommer 1797 mit denselben in dem Garten zu Kew beschäftiget gewesen. Auch in der batavischen Republik erschien schon im November 1796 eine holländische Uebersetzung der Ingenhouszischen Abhandlung durch Hrn. van Breda *).

Eine Schrift, deren Verbreitung so auffallend schnell gewesen ist, bedarf keiner Empfehlung für unser deutsches Vaterland.

---

*) Derselbe Naturforscher, dem die Eudiometrie manche wichtige Versuche verdankt. Er bemerkte zuerst die ungleiche Luftabsorption in Fontana's Eudiometer, wenn man sich des Brunnen- oder Regenwassers bediente. Diese Bemerkung hätte allein schon auf die Existenz einer sauerstoffreichern Luft, die dem Regenwasser eingemengt ist, leiten können.

Ich glaubte nur den praktischen Gesichtspunkt angeben zu müssen, aus welchem ich dieselbe betrachtet zu sehen wünschte. Auch von der Uebersetzung und den Anmerkungen des Hrn. D. Fischer (welcher gegenwärtig die naturhistorischen Anstalten in Paris benuzt) sage ich nichts. Die freundschaftlichen Verhältnisse, in denen wir stehen, würden jedes Lob verdächtig machen. Ein Mann, dessen frühere Arbeiten (die anatomisch-physiologische Beschreibung der Schwimmblase, und die Bearbeitung meiner Aphorismen aus der Pflanzenphysiologie) so günstig aufgenommen worden sind, kann dessen ohnedieß entbehren. Ich begnüge mich daher, diese Einleitung mit einzelnen Bemerkungen zu beschließen, zu denen mich die nachfolgende Schrift veranlaßt, und welche vielleicht darum willkommner sind, weil die Physiologie der Gewächse unter uns mehr angerühmt, als bearbeitet wird.

Herr Ingenhousz stellt gleich am Eingange seiner Schrift (§. 1.) den Satz auf, daß viele Pflanzen der Berührung mit Wasser und Erde entbehren können, ohne in ihrem Wachsthume gestöhrt zu werden. Diese Idee kann, gegen den Willen des Verfassers, zu physiologischen Irrthümern verleiten, welchen ich hier einige Erfahrungen entgegen setzen muß. „Die fetten Gewächse, Agave, Aloe und Cactus (heißt es) „leben in dürren Felsenritzen, und daß der „Nachtthau der Tropenländer ihnen nicht „ihre Nahrung giebt, erkennt man daraus, „daß andere umherstehende Vegetabilien, „welche doch einer gleichen Wohlthat genießen würden, in der Trokkenheit verschmachten. Auch können sie in den Gewächshäusern gewiß nicht von diesem „Thau getroffen werden." So wenig ich es für unwahrscheinlich halte, daß viele Säfte der Pflanzen in den belebten Organen selbst aus luftförmigen Stoffen gebildet

werden, und daß in dem vegetabilischen und animalischen Körper eben so gut Wasser zersezt, als (unter gewissen Bedingungen) erzeugt werde: so braucht man zur Lösung des vorliegenden Problems sich doch nicht darauf, sondern nur auf die anatomische Betrachtung der fleischigen, oder fetten Gewächse zu stützen. Wie verschieden ist die Organisation einer Agave, oder eines Mesembryanthemum von der der afrikanischen Psoralien, der Cordia, Myxa, oder Cassien und Mimosen! Diesen ist die Wurzel die unentbehrlichste Nahrungsquelle, bei jenen sind die Gefäße der Oberfläche wichtiger, als die Mündungen der Saugewurzeln. Bei diesen ist mehr Beziehung auf ein Organ, bei jenen mehr partielles Leben, da jedes Blat weniger Nahrung aus dem Stamme, als aus seiner Oberhaut zieht. Wenn von zwei Gewächsen in den regenlosen Tropenländern das eine mehr einsaugende Gefäße, als das andere hat,

so scheint es sehr natürlich, daß das erstere auch den trokkensten Luftschichten noch Feuchtigkeit ablockt, wo das Leztere vor Dürre verschmachtet. Eine Aloe wird, wenn das Hygrometer auf 60° (nach Saussure) steht, noch immer mehr Wasser empfangen, als eine Cassia bei einer Feuchtigkeit von 74 Grad. Kein Wunder daher, daß Cassien und Mimosen in Oberägypten ihr Laub verliehren, wenn Aloe und Mesembryanthemum im vollen Safte stehen. Auch bezeugen alle Reisebeschreiber die Existenz des starken Thaues in dem regenlosen Palmenklima. Hasselquist erwähnt dieses Gegenstandes ausführlich in einem Briefe an Linné: bei Cairo, sagt er *), und gegen Assuan zu, stehen alte Sycomoren-Stämme (Ficus Sycomorus), welche in ihrem langen sechs-

*) Hasselquist's Reise nach Palästina. Rostock 1762. S. 264.

hundertjährigen Leben vielleicht nicht 6 Unzen Regenwasser zu ihrer Nahrung erhalten haben. In der heissesten Sommerzeit vom Mai an, wo das Erdreich vor Dürre aufreißt, würde alles verschmachten, wenn nicht (während daß dunkles Gewölk unaufhörlich vom Mittelmeere gegen das Abessinische Gebirge hinzieht) Morgens und Abends starker Thau fiele. Den Bäumen dient dann die Krone statt der Wurzel, da dieselbe durch ihre vasa absorbentia aus der Luft die Nahrung aufnimmt, welche zu einer andern Jahreszeit der gewässerten Erde entzogen wird.

Welches sind aber die Gefäße, welche jene Einsaugung verrichten? Sind die der dünnblättrigen Bäume von denen der fleischigen Gewächse verschieden? Ich glaube mit Hrn. Schrank *), daß die eiförmigen, warzen-

*) Von den Nebengefäßen der Pflanzen S. 92. Samml. naturhistor. Auff. 1796. S. 147.

artigen Erhebungen (Spaltgefäße), welche das Mikroskop fast auf dem Oberhäutchen aller Vegetabilien, besonders auf dem untern der haarlosen Blätter, zeigt, und worüber wir dem großen Pflanzenzergliederer zu Leipzig so wichtige Entdekkungen verdanken, daß diese Spaltgefäße, sage ich, vorzüglich zur Einsaugung der atmosphärischen Feuchtigkeit bestimmt sind. Wenn ich es wage, meinem allgemein verehrten Freunde, Herrn Hedwig, in diesem Punkte zu widersprechen, so geschieht das gewiß mit der schüchternen Bescheidenheit, die mir gegen Ihn geziemt. Durch seine freundschaftliche Aufforderung veranlaßt, habe ich nun seit vier Jahren das Oberhäutchen aller der Pflanzen, über deren luftförmige Expiration ich Versuche angestellt, unter dem Hoffmannischen Mikroskope untersucht, die Resultate dieser Untersuchung aber (wie vieles andere) sorgfältig zurück gehalten, um nicht voreilig ungründliche Erfahrun=

gen in die Welt zu bringen. Erst in diesem Jahre habe ich meine Zweifel darüber im 2ten Bande meiner Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser öffentlich geäussert. Es geht mit dem vegetabilischen Körper, wie mit dem animalischen. Die genaue Kenntniß der Gestalt der Organe geht der ihres Nutzens (ihrer Lebensverrichtungen) voraus. Ob ein Organ vorhanden, so oder so gebildet ist, läßt sich daher apodiktisch entscheiden, nicht aber ob es zur Ausdünstung, oder Einsaugung, zur luft- oder dampfförmigen Respiration bestimmt ist. Die mathematischen Beweise, deren Herr Schrank (Nebengefäße S. 82) sich rühmt, können in der belebten Natur, wo Pulsation der Cirkelfaser wirkt, und die Flüßigkeiten nicht, wie „durch Rauchfänge" ausziehen, schwerlich gelten. Ich habe gehofft, dem Nuzzen jener Spaltgefäße der Oberhaut auf die Spur zu kommen, wenn ich unter dem Mikrometer die Größe und

Zahl dieser Organe im gesunden und kranken Zustande bestimmte, den Ort beobachtete, wo sie hauptsächlich liegen, und dann die Menge der Lebensluft mäße, welche die Spaltgefäßreiche, oder leere Seite des Oberhäutchens liefert. Folgende Thatsachen scheinen mir zu beweisen, das die gasförmige Expiration der Pflanzen aus Oeffnungen kommt, die uns noch eben so verborgen und unbekannt sind, als die Gefäßmündungen, durch welche die menschliche Cuticula Kohlensäure und Stikluft aushaucht: Haare und Spaltgefäße existiren zwar bisweilen bei einer Pflanze (Calendula officinalis); aber im Ganzen sind die leztern bei haarigen und wolligen Gewächsen sehr selten, ohnerachtet diese sehr viele und reine Lebensluft geben. Baumarten und Kräutern (Pastinaca sativa, Brassica sabauda, B. selenisia, Fragaria vesca), welche auf der obern Blattfläche gar keine, oder doch überaus sparsame Spalt-

gefäße haben, werden, der Sonne ausgesezt, auf dieser obern Fläche mit häufigen und großen Luftblasen unter Wasser bedekt. Diese Luftblasen entstehen nicht vorzüglich da, wo das Mikroskop die Spaltgefäße zeigt, sondern meist an den Rippen der Blätter, worüber Herr Senebier schöne Beobachtungen gesammelt hat. Pflanzen, die ich im Finstern erzog, und deren Ausdünstungs- und Einsaugungsgeschäft gestöhrt war, zeigten zwar in der Bleichsucht zusammengeschrumpfte kleine unausgebildete Spaltgefäße, dagegen fand ich dieselben aber auch vollkommen ausgebildet in vegetabilischen Theilen, welche gar keine Luft aushauchen, als in den weißgelben Rändern der Agave americana, und den violetten Flekken der Orchis maculata. Nach diesen Beobachtungen, die ich vielleicht bald an einem andern Orte umständlicher entwikkeln werde, vermuthe ich, daß jene problematischen Organe mehr zur wässerigen Einsaugung bestimmt

sind. Auch sehe ich, daß Herr Hedwig selbst diese Function, wenigstens als Nebenzweck, nicht unwahrscheinlich findet *). Schon in einem lehrreichen Briefe an mich vom Jahr 1794 äussert er die Vermuthung, daß manche Bäume und Straucharten, deren obere Blattfläche keine Spaltgefäße zeigt, eigene uns unbekannte Oeffnungen zur Luftspiration haben mögen. Sollten nun nicht die fleischigen Gewächse, Sempervivum, Sedum, Aloe, Agave, Cactus und Mesembryanthemum (welche der phantasiereiche St. Pierre sehr treffend die belebten Quellen der tropischen Wüsten nennt) eben deshalb im Sonnenlichte oder in der Finsterniß (vom Wasserstoffgas umgeben) so viel Sauerstoffgas aushauchen, weil sie mehr Wasser als andere Pflanzen, einsau-

---

*) Hedwigs Sammlungen seiner Abhandlungen über botanisch-ökonomische Gegenstände B. I. S. 116. 129. B. II. S. 143.

gen, und also auch mehr davon zu zerlegen im Stande sind? Die einsaugenden Spaltgefäße derselben sind 3 bis 4mal größer, als die der andern dünnblätterigen Pflanzen, und wenn bei den gemeinen Erdbeeren z. B. zwischen zweien dieser wichtigen Organe noch funfzehn andere mit ihrem Durchmesser Raum hatten, so sind sie bei der Agave so dicht aneinander gereiht, daß ich im Phyllometer über 55 auf 1 □ Linie zählte. Diese Zahl ist aber, wegen der ausserordentlichen Größe der Spaltgefäße, doch noch gering. Denn Hyacinthus non scriptus hat auf demselben Raume, da, wo die Blätter am dunkelgrünsten sind, 140 bis 145, wo das Grün blässer ist (gegen den Stengel hin), 62 bis 75. Statt aber, daß diese und andere Kräuter jene Werkzeuge nur auf den Blättern zeigen, so haben jene fleischigen Bewohner der Palmenländer (z. B. die Cactus-Arten), so weit sie über der Erde emporstreben, überall einen blätter-

artigen, gefäßreichen Ueberzug. Sie sind daher in jedem Theile ihrer Oberfläche geschickt, die Feuchtigkeit des Luftkreises aufzunehmen.

Aus allen diesen Beobachtungen folgt, daß die fetten fleischartigen Vegetabilien regenloser Klimate keinesweges für die Entbehrlichkeit des Wassers, als Nahrungsmittels, zeugen, sondern daß sie durch die besondere Einrichtung des Oberhäutchens vor dem Verdorren geschützt sind.

In solchen Gegenden endlich, wo zu gewissen Zeiten auch der Nachtthau fehlt, dient den fleischigen Blättern der Aloe, dem Mesembryanthemum, oder Sedum das Parenchyma selbst zur Nahrung. Diese Vegetabilien zehren sich dann gleichsam selbst auf, und erhalten sich von dem Nahrungssafte, der in die Hölen des Zellgewebes deponirt ist*). Dieser Proceß, durch den

*) A. a. O. S. 3. und 149.

vorzüglich die Existenz zurückführender Gefäße in den Pflanzen erwiesen wird, würde auch in den Gewächshäusern immerdar vorgehen, wenn nicht die Luft in denselben (wie einfache Hygrometer-Versuche, und das Feuchtwerden der Kleider mich oft belehrt haben) mit Wasserdämpfen geschwängert wäre. Herr Jugenhoufz bemerkt sehr richtig, daß in diesen Standort kein Thau dringt; aber die wässerige, Kälte erregende Ausdünstung der umherstehenden Musen, Heliconien und Canna-Arten, und die dampfende Gartenerde ersezt hier reichlich das mangelnde Verkehr mit der Wolkenregion.

Noch muß ich einer Erfahrung erwähnen, welche wohl ebenfalls für die Nothwendigkeit des Wassers zur Ernährung der fetten Pflanzen zeugt. Bei meinem Aufenthalte auf dem fränkischen Fichtelgebirge in den Jahren 1793 und 1794 stellte ich

Versuche über Abscheidung der Kohlensäure an, welche mehrere Gewächse mit Stikstoff-luft gemengt im Schatten von sich geben.

Ich hatte Mauerpfeffer und Hauslaub (Sedum acre, und Sempervivum tectorum) in gereinigte Kieselerde unter Glasglokken gepflanzt. Die Gewächse standen so hoch, daß äzende Kalkerde in das Gefäß gestreut werden konnte, ohne jene zu berühren. Dies Einstreuen geschah täglich von neuem, so daß nicht nur alle Kohlensäure, sondern auch jedes Atom von atmosphärischer Feuchtigkeit verschlukt ward. Ich bemerkte immer, daß meine Pflänzchen bald abstarben, und dagegen diejenigen, deren Wurzeln zugleich mit destillirtem Wasser benezt wurden, nicht verdorrten. Darf ich daher nicht vermuthen, daß die äusserste Trokkenheit der Luftschichten, und nicht Mangel an Kohlensäure jene nachtheiligen Folgen hervorbrachte. Jene Säure ist ja ohnedieß

in ihrem gasförmigen Zustande, also außer ihrer Verbindung mit Wasser oder mit anderen Stoffen, der Vegetation so schädlich, daß sie nach meinen Versuchen nur von dem unreinen hydrogene pesant (dem Gemenge von Wasser- und Kohlenstoffgas, welches man aus dem Agaricus campestris zieht) an Schädlichkeit übertroffen wird.

Auch von der Erde, glaube ich, daß man sie allerdings zu den wahren Nahrungsmitteln der Gewächse zählen muß. Was berechtiget uns, sie bloß mechanisch, als einen Stoff zu betrachten, der der Thier- und Pflanzenfaser Dichtigkeit und Starrheit giebt? Ich berühre hier nicht die Frage, welche ein kommendes Jahrhundert entscheiden wird, die Frage, ob Erdarten zusammen gesezt sind, und ob viele derselben erst während der Vegetation entstehen, d. h. gleich den Laugensalzen aus gasförmigen Basen zusammen gerinnen,

sondern ich erinnere bloß an das Zusammenwirken aller Elemente, und ihrer Ziehkräfte bei dem großen Prozeß der Vitalität. In physiologischen Betrachtungen muß man sich hüten, nicht einzelnen Stoffen und Kräften zuzuschreiben, was nur durch das wechselseitige Verhältniß aller begründet wird. Einer Pflanze (Chara), in deren Mischung wir immer Kalcherde finden, ist die Gegenwart dieser Erde gewiß eben so wesentlich, als die des Kohlenstoffs, oder Hydrogens. Unter wesentlichen Bestandtheilen giebt es keine Rangordnung, und mit den Fortschritten der Scheidekunst werden wir die Wirkungsart mancher Elemente erkennen, welche izt gleichsam isolirt in der Kette der Dinge stehen.

Wir wissen freilich noch nichts von den Ziehkräften der Erdarten gegen den Sauerstoff, Kohlenstoff, oder Wasserstoff; aber wir dürfen vermuthen, daß in zusammengesezten

Verwandschaften (deren Spiel bei allen vitalen Funktionen thätig ist) Elemente auf einander einwirken, die in einfachen Verwandschaften sich unzersezt lassen. Kennen wir doch schon izt die Affinitäten der Kalch- Bittersalz- und Schwererde gegen Schwefel und Phosphor, oder die der Kieselerde gegen die Laugensalze! Beruht daher, wie ich mich in einem eigenen Werke zu entwikkeln bemüht habe, die Erregbarkeit der organischen Materie vorzüglich auf ihren Eigenschaften, chemische Ziehkräfte gegen die reizenden Stoffe zu äussern, und durch die Einwirkung dieser Stoffe Mischungsveränderungen zu erleiden; geht in der Thier- und Pflanzenfaser unaufhörlich ein Wechsel von Bindungen, Umhüllungen und Zersetzungen vor; ist dieselbe so eingerichtet, daß in dem Kampfe der Elemente die organische Materie dennoch stets ungesättiget, und also reizbar bleibt; so folgt, bei dieser physiologischen Ansicht der Dinge, von

selbst, daß in dem großen Lebensprozesse kein Stoff (sei er Erde oder Metall) träge und unthätig ruhen, sondern nach den ihm inhärirenden Kräften wirksam werden muß. —

In dem 13. und 24. §. zeigt Herr Ingenhousz, daß es für die Kenntniß von dem Wachsthume der Vegetabilien sehr wichtig sei, zu untersuchen, wie viel Kohlensäure in der Atmosphäre enthalten sei. Nach Lavoisier existire sie gar nicht in derselben, nach andern Chemisten zu 0, 01. Bei diesen Bestimmungen sei es schwer zu errathen, woher die Pflanzen die Kohlensäure ziehen, welche sie in ihren Organen zersezen. Da meine Versuche seit einem Jahre besonders auf diesen Gegenstand gerichtet gewesen sind, so glaube ich hier einige Bemerkungen beifügen zu dürfen. Die Kohlensäure kann auf zweifache Weise im Dunstkreise vorhanden seyn; frei, gasför-

mig, mit Lebens- und Stikluft gemengt, und gebunden von den atmosphärischen Dünsten verschlukt. Wenn man die Zahl von Thieren überschlägt, welche durch ihre Lungen- und Hautausdünstung Kohlensäure erzeugen; wenn man berechnet, wie viele tausend Kubikzoll dieselbe von den Blüthen und Früchten der Pflanzen, ja in der Dunkelheit von ihren Blättern aufsteigen; wenn man bedenkt, daß aus allen gährenden organischen Stoffen, daß aus der vom Sonnenstrahl erwärmten Dammerde, wie aus vielen vegetationsleeren Gebirgsmassen (Thonschiefer, Hornblendschiefer) sich Kohlensäure entbindet *); so dringen uns diese

*) Schwarze humus und Thonschiefer hauchen in Berührung mit dem Oxygen des Dunstkreises bei der niedrigen Temperatur von 6 — 8° R. Kohlensäure aus. Daß bei diesen meinen Versuchen, deren ich schon an andern Orten erwähnt, nicht Täuschung statt

Betrachtungen ein Bild von der ungeheuren Masse dieser Gasart auf, welche täglich in die Atmosphäre übergeht. Dieser Uebergang würde diese bald völlig irrespirabel machen, wenn nicht die wässerigen Dünste aufnähmen, was im luftförmigen Zustande Pflanzen und Thieren gleich schädlich ist.

Auf die specifische Schwere der Kohlensäure, und auf dies Niedersinken, welches diese verursachen soll, wäre minder zu rechnen, da die unterirdischen Grubenwetter uns zeigen, wie wenig verschiedene Gasarten geneigt sind, sich nach jenen Unter-

---

fand und daß bei denselben, unter Mitwirkung des Sonnenlichts und der Feuchtigkeit, die Kohlensäure wirklich neu erzeugt wird, beweisen die wiederholten Erfahrungen des Herrn Lampadius. Warum sollten wir uns beide in unseren Arbeiten auf gleiche Weise getäuscht haben?

schieden der specifischen Schweren zu lagern. Eben die Armuth an gasförmiger freyer Kohlensäure, welche die Scheidekünstler in der Atmosphäre finden, beweißt, wie viel davon die Pflanzen zu ihrer Nahrung einziehen, da das atmosphärische Wasser, welches von den Wurzeln und Saugadern der Blätter eingesogen wird, den vorbeschriebenen täglich aufsteigenden Vorrath von Kohlensäure zur Erde herabführt. Hätten wir Mittel in Händen, die Menge dieser Säure, welche an Wasserdämpfe gebunden, im Luftkreise schwebt, zu messen, so würden wir über die Menge derselben erstaunen.

Aber auch der freyen gasförmigen Kohlensäure giebt es mehr im Dunstkreise, als unsere Lehrbücher bisher angeben. Die Art, wie man dieselbe gewöhnlich untersucht, durch Schütteln mit flüssigem reinen Alkali, oder Kalkwasser (wobei sich atmosphärische

Luft aus den Zwischenräumen der Flüssigkeit entwikkelt) oder gar in weiten Röhren, ohne auf Temperatur und Elasticität der Luft Rücksicht zu nehmen, kann nur unvollkommene Resultate gewähren. Ich habe mit meinem Freunde Herrn Münzmeister Gödeking zu Bayreuth ein eigenes sehr tragbares Instrument (Kohlensäure-Messer) zu Stande gebracht, von dem ich nächstens eine Zeichnung liefern werde, und dessen sich izt schon mehrere Chemisten, denen ich es mitgetheilt, vortheilhaft bedienen. Ich nehme eine sehr geringe Luftmenge ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Kubikzoll), deren Absorption dadurch beschleunigt wird, daß sie durch das reine Alkali einen hydrostatischen Druck leidet. Die Messung geschieht mittelst einer communicirenden Röhre, und die auf Glas geäzte Skale giebt sehr bequem und deutlich 0, 001 von $\frac{1}{4}$ Kubikzoll der zu prüfender Luft an. Durch dieses einfache Werkzeug, dessen man sich zu allen andern Luft-

zersetzungen bedienen kann, habe ich gefunden, daß der Kohlensäure-Gehalt des Luftkreises an freien, von Menschenwohnungen entfernten Orten meist über 0, 01, gewöhnlich 0, 013 — 014 beträgt. Bisher sah ich ihn noch nie weder unter 0, 005 herabsinken, noch über 0, 018 steigen. Man sollte vermuthen, daß in einer feuchten Luft weniger freies kohlensaures Gas, als in einer trokneren vorhanden wäre. Vergleichende Versuche mit dem de Lucschen Fischbein-Hygrometer haben aber bisher diese Vermuthung noch nicht sehr bestätigt. Ich hebe aus meinen meteorologischen Tagebüchern von 1797 nur folgende Beobachtungen aus, welche den Sauerstoff- und Kohlensäure-Gehalt des Dunstkreises, seine elektrische Ladung, Elasticität, Wärme und Feuchtigkeit unter einen Gesichtspunkt stellen. (Die Werkzeuge waren alle von vorzüglicher Güte; das Eudiometer ein Fontanasches, welches die rükständige

Luftsäule von gleichen Luftmengen ausdrükt; das Elektrometer ein Saussuresches mit 4 Fuß hohem Ableiter und brennendem Schwamm nach Volta's Methode armirt, und das Hygrometer ein de Lucsches).

	Kohlensäure-messer	Eudio-meter	Ther-momet.	Barometer	Hygro-meter	Elektro-meter
am 22. November Sonnensch. bei fernem Schneegewölk.	0, 009.	$103\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{4}$°R.	26Z. 4, 5L.	80°	+ 1Lin.
23. ganz bezogen	0, 006.	110	+ 3.	26Z. 6, 8L.	43°	+ 2Lin.
25. trübe.	0, 009.	$107\frac{1}{2}$	+ 8.	26Z. 10, 7L.	43°	—

Dagegen (vorige Herbstbeobachtungen waren in einem Garten von Salzburg angestellt) zeigte sich die Atmosphäre in **Wien** im Sommer:

	Kohlensäure	Thermometer	Barometer	Hygromet.
Am 22. Aug. blau. Himmel	0, 007.	$+18\frac{1}{4}$°R.	27.Z. 8,9L.	36°.
26. Lichte Wolken	0, 014.	$+ 17\frac{1}{2}$.	27.Z. 10 L.	41°.
29. blau	0, 015.	$+ 16\frac{3}{4}$.	27.Z. 9,2L.	40°.

Ich werde an einem andern Orte eine grosse Reihe anderer ähnlicher Beobachtungen aufstellen. Hier ist es genug zu zeigen, daß, so wie Durchsichtigkeit der Luftschichten mir keineswegs allein von ihrer Trokkenheit abzuhängen scheint, eben so auch ihr Kohlensäuregehalt nicht im umgekehrten Verhältniß zu den Hygrometerständen wächst, oder abnimmt. Doch vermuthe ich, was für die Ernährung der Gewächse sehr wichtig ist, aber erst durch eine lange Erfahrung bestätigt werden muß, daß die Atmosphäre im Ganzen im Sommer mehr Kohlensäure, als im Winter enthält.

In dem 19. §. erwähnt Herr Ingenhouß der vortreflichen Versuche des Herrn van Marum über die Zerstörung vegetabilischer Reizbarkeit durch übermäßige Elektricität. Diese Erscheinung habe ich noch einfacher und auffallender im Sommer 1796 bei folgenden Experimenten beobachtet. Ich

nahm frische Blüthenstengel von Galeopsis tetrahit, Pollichia galeobdolon und Lamium purpureum, und leitete wiederholt schwache Schläge der Kleistischen Flasche dergestalt durch dieselben, daß die Elektricität von dem obersten Blüthenquirl bis zum untern Stengelende fuhr. Nach wenigen Sekunden verloren die Zweige alle Straffheit der Gefäßbündel, bei der sie vorher senkrecht aufwärts standen. Sie neigten sich izt wie welke Grashalme nieder, und die übermäßige Elektricität brachte auf einmal dieselbe Wirkung hervor, welche Entziehung von Feuchtigkeit, oder Wärme nur allmälig zu erzeugen im Stande ist. Hier war aber bloß Schwächung der Lebenskräfte, nicht mechanische Zerstöhrung der Organe eingetreten. Denn bei den Individuen, welche nicht zu heftige elektrische Schläge empfangen hatten, konnte ich die Lähmung durch oxygenirte Kochsalzsäure

heben. Das Eintauchen des Stengels in diese reizende Flüssigkeit gab den Gefäßbündeln die vorige Straffheit wieder. Durch Anwendung chemischer Potenzen haben wir es in unserer Gewalt, die Erregbarkeit der vegetabilischen Faser, wie die der animalischen zu stimmen, und die Thätigkeit der Organe zu modificiren. Auch mit der lezten Klasse der Vegetabilien, den Schwämmen, habe ich ähnliche Versuche angestellt. Der kleine nach Knoblauch riechende Schwamm, der sich so schnell nach dem Regen entwikkelt, Agaricus cepaceus *), wurde schnell in seinem Wachsthume ge-

---

*) Häufig mit dem weit größeren, und von ihm verschiedenen *A. alliaceus* verwechselt. In der Flora Fribergensis habe ich ihren botanischen Unterschied angegeben.

stöhrt, wenn ich die Kleistische Flasche durch ihn entlud.

Im Merz 1798.

F. A. v. Humboldt.

J. Ingenhousz
über
Ernährung der Pflanzen
und
Fruchtbarkeit des Bodens.

Ueber Ernährung der Pflanzen und die Fruchtbarkeit des Bodens.

§. 1.

Mittel, die wahre Nahrung organischer Körper zu entdecken.

Der sicherste Weg, die wahre Nahrung organischer Körper zu entdecken, ist ohnstreitig der, welcher uns zur Untersuchung einer Substanz führt, ohne welche dieselben nicht gedeihen können, und welche allein

hinlänglich ist, ihr Leben zu erhalten. Jede Gattung von Thieren bedarf zur Erhaltung ihres Lebens zween Bestandtheile, atmosphärische Luft nämlich und feuchte Nahrung von thierischen oder vegetabilischen Substanzen. Wenn diese Nahrung in den Magen oder in einen Behälter, der jenes Stelle vertritt, aufgenommen, nach und nach verdaut, und in den verschiedenen Organen in verschiedene Substanzen verwandelt ist, wird sie der Oeconomie des thierischen Körpers einverleibt. Die Vegetabilien, denen das Vermögen, sich von der Stelle zu bewegen, fehlt, durch welches die mehresten Thiere ihr Futter aufsuchen, müssen in einem engen Raume alles finden, was zu ihrer Erhaltung nöthig ist. Da sie nun aber nur mit zwo Substanzen in Verbindung stehen, mit der Erde und der Atmosphäre, so muß ihre Nahrung entweder von der einen oder von der andern, oder von beiden zugleich kommen. Die Erde ist

den Pflanzen nothwendig, als das einzige Mittel, dieselben, wenn sie ihre Wurzeln schlagen, an einer Stelle fest zu halten. Da nun die Erde überall Feuchtigkeit, Salz, Luft u. s. w. in sich enthält, so hat die Natur den Vortheil daraus gezogen, daß die Wurzelfasern alles das aus dem Boden aussaugen, was sich ihren Mündungen darbietet, und von denselben aufgenommen werden kann. Da hingegen einige Pflanzen, auch ohne daß sie nur mit etwas Erde in Verbindung stünden, leben und treiben, so müssen wir es als ausgemacht annehmen, daß die Erde, oder was in derselben ist, nicht der einzige Nahrungsstoff der Pflanzen sei. Wasser ist ein Bedürfniß aller organischen Wesen. Ohne dieses kann kein Umlauf der Säfte statt finden. Allein daraus kann nur gefolgert werden, daß Wasser ein Vehikel des Nahrungsstoffs ist, aber auf keine Weise, daß es die wahre Nahrung der Thiere oder Vegetabilien sei,

um so weniger, da es unumstößlich wahr ist, daß viele Gewächse leben können, ohne mit Wasser in Contact zu treten. — Agave z. B., Cactus, Aloe, Cacalia, und andere *), leben in den trokkensten Felsen der heißen Climate, wo es manchmal mehrere Monate nicht regnet, und wo die brennende Sonne alle andere Gewächse durchdringt, den Bäumen sogar alle ihre Blätter raubt, und dennoch ist der größte Theil dieser Gewächse, was wunderbar ist, voll von Saft. Der Nachtthau kann solchen Gewächsen nicht die hinlängliche Nahrung verschaffen, da alle übrige Pflanzen sonst auch damit erhalten würden. Aber um gewiß zu seyn, daß diese Gewächse nicht vom Thau genährt werden, dürfen wir nur bedenken, daß einige Pflanzen dieser Gattung in Gewächshäusern entweder in Töpfen leben, ohne daß sie begossen werden, oder so daß man sie am obern Theil aufhängt.

§. 2.

Pflanzen können ohne respirable Luft nicht leben.

Da es nun nach dem bisher gesagten wahrscheinlich ist, daß weder Wasser noch Erde die wahre Nahrung der Vegetabilien enthält, so muß man den Schluß machen, daß die Pflanzen dieselbe in der atmosphärischen Luft finden, weil ohne diese alle Gewächse eingehen. Eine Pflanze, welche in luftleerem Raume keimt, stirbt bald, und stirbt in allen Gasarten, in welchen Thiere nicht leben können — wie z. B. in kohlensaurem, brennbarem Gas, phlogistischer Luft oder Azot u. s. w. Zwar haben Priestley und Scheele eine Lehre vorgetragen, die den bisher aufgestellten Sätzen gerade entgegen läuft, indem sie behaupteten, Pflanzen schössen üppig auf in irrespirablen Luftarten, stürben in reinem Sauerstoffgas oder Lebensluft. Obgleich diese Lehre allge-

mein angenommen, und von John Pringle und andern sehr scharfsinnig angewandt worden ist, das gegenseitige Verhältniß, welches der Urheber der Natur dem vegetabilischen Reich und der thierischen Schöpfung bestimmt hat, zu erklären, so wird sie doch durch meine Versuche widerlegt, welche, wie ich glaube, beweisen, daß Pflanzen, welche in Lebensluft grünen, um so viel länger leben, als diese an Reinheit die atmosphärische Luft übertrift. Ich habe die Art und Weise angegeben, diese Versuche mit Erfolg anzustellen; auch die Ursache entwikkelt, warum von zwo Pflanzen, wovon die eine in gemeiner Luft, die andre in eben so großer Quantität Lebensluft aufgewachsen ist, (beide in Finsterniß gestellt) die eine, welche in gemeiner Luft stand, nur eine gewisse sehr kurze Zeit leben kann, während die andre, welche in Lebensluft aufsproßte, weit länger und eben so lange vegetirt, als noch Lebensluft [a]) genug

übrig ist, die ganze Pflanze zu umgeben *).

Aus diesen und vielen andern Beobachtungen habe ich geschlossen, daß von den zwei organischen Reichen, dem animalischen und vegetabilischen, das Thier seine Nahrung von der Pflanze nimmt, daß aber die vegetabilische Schöpfung unabhängig sey von der animalischen Welt, für sich selbst bestehe, und ihre Erhaltung blos der Atmosphäre verdanke **).

§. 3.

Einfluß der Pflanzen auf die sie umgebende Luft.

Als ich mich mit meinen Versuchen über die Pflanzen beschäftigte, welche ich 1779

*) S. *Experiences sur les végétaux*. Tom. II. Sect. I. II. IV. und VI.

**) *Experiences sur les végétaux*. Tom. II. p. 190. 490.

in englischer, und 1780 vollständiger in französischer Sprache herausgab, [3]) hatte schon Priestley beobachtet, daß die Vegetabilien ein Vermögen besäßen, schlechte Luft zu verbessern, was aber Scheele in Schweden läugnete. Dieser fand, daß Pflanzen, statt schlechte Luft zu verbessern, gute verdürben, — ein Widerspruch, welcher den D. Priestley reizte den Sommer 1778 mit Wiederhohlungen seiner Versuche zuzubringen. Nach den genauesten Untersuchungen schloß er, daß die Vegetabilien, obgleich eine solche Kraft in denselben zu liegen schien, doch sehr oft eine entgegengesetzte Wirkung äußerten; er wisse aber nicht, worin die Ursache dieser verschiedenen Wirkung der Vegetabilien auf die Luft läge *). D. Priestley sah

*) Siehe Priestley *on Airs* Vol. IV, 1779. welches in der Vorrede meines Buchs *Expe-*

im Jahr 1778 zufällig, daß, wenn er Quellwasser eine Zeit lang in der Sonne stehen ließ, ein häutiger grünlicher Bodensatz darin entstand, welcher im Sonnenschein reine Luft aushauchte. Er untersuchte diese Materie mit einem Vergrößerungsglas, fand sie aller Organisation beraubt, und behauptete, sie sey weder animalisch noch vegetabilisch, sondern eine Substanz eigner Art, welcher er den Nahmen der grünen Materie 4) beilegte. Auch Herr Berthollet bemerkte, daß, wenn man die phlogistisirte Kochsalzsäure der Sonne aussetze, Lebensluft sich erzeuge, nnd Scheele in Schweden, daß man dieselbe Gasart erhalte, wenn man Salpetersäure in die Sonne setze.

---

riments on Vegetables 1779. S. XXIII — XXXII. und in der französischen Ausgabe *Experiences sur les végétaux* Vol. I. à Paris 1780. 8. angeführt ist.

§. 4.

Die Pflanzen zersetzen die sie umgebende Luft.

Ich war glücklich genug, die wahre Ursache zu entdekken, warum Pflanzen zu einer Zeit dieselbe noch schlechter machen, — eine Ursache, welche von Priestley und Scheele auch nicht einmal geahndet wurde. Denn in der That, wenn einer von ihnen auch nur den leisesten Verdacht davon gehabt hätte, so würde ihre bekannte Ruhmsucht ihnen nicht erlaubt haben, diese Entdekkung den Augen des Publicums zu entziehen. Priestley würde nicht noch weiter als Scheele gegangen seyn, nämlich offenherzig zu gestehen, (eben in seinem Buche, was 1779 gedruckt ist) daß er sich geirrt habe, und daß er die Ursache nicht kenne, warum Vegetabilien so unbeständig in ihren Wirkungen auf die sie umgebende Luft wären *).

---

*) S. *Experiments on Vegetables* p. XXVIII. u. f.

Ich entdeckte im Sommer 1779, daß alle Vegetabilien unaufhörlich die sie umgebende Luft zersezten, indem sie einen großen Theil davon in kohlengesäuertes Gas verwandelten, welches, da es specifisch schwerer ist, als atmosphärische Luft, natürlicher Weise zu Boden fällt, und vermöge seiner Affinitäten mit feuchten, salzigten und andern erdigten Stoffen, geschickt ist, sich mit ihnen zu verbinden. Ich fand, daß in den Wurzeln, Blüthen und Früchten stäts diese Zersetzung, selbst mitten im Sonnenschein, vorgeht; daß aber die grünen Blätter und Sprößlinge allein im Sonnenlichte, oder wenn helles Tageslicht auf sie fällt, dies zu thun aufhören. In dieser Zeit hauchen sie eine beträchtliche Menge Sauerstoffgas aus, und machen dadurch die Atmosphäre, die sie umgiebt, reiner, oder bringen sie der Natur der Lebensluft näher.

Ich habe Thatsachen bekannt gemacht, welche beweisen, daß Lebensluft, die schön grünende Pflanzen im Sonnenscheine hervorbringen, von der größten Reinheit ist, und hingegen die von ihnen im Schatten oder in der Finsterniß ausgehauchte Luft, an sich selbst, d. h. frei von jeder andern Luftgattung, das wirksamste bekannte Gift für das thierische Leben ist *).

§. 5.

Zersetzte Luft ist die Hauptnahrung der Pflanzen.

Ich zweifelte nicht, daß diese ununterbrochene Zersetzung der atmosphärischen

*) S. *Experiences sur les végétaux* p. 182 – 185.

Luft auf die Erhaltung der Gewächse selbst Einfluß haben müsse, und daß sie vorzüglich ihre wahre Nahrung durch diesen Proceß bekämen, indem sie die zersetzte Luft in verschiedene Säfte, Salz, Schleim, Oel u. s. w. verwandelten, eben so wie in den grasfressenden Thieren das bloße Gras in den verschiedenen Organen in so zahlreiche und heterogene flüßige und feste Theile umgeändert wird. Es würde gewiß ein sehr schwerer, wenn nicht unmöglicher, Versuch seyn, eine deutliche und befriedigende Theorie zu geben, durch welche diese verschiedenen Veränderungen, Verbindungen, Zersetzungen, neuen Mischungen u. s. f., die mit einer einzigen Art von Nahrung, wie z. B. Gras ist, vorgehen, erklärt würden. Dieselben unbegreiflichen Umänderungen zeigen sich in Vegetabilien. Wenn es je befriedigend dargethan war, daß Pflanzen, ohne irgend einen andern Stoff, blos von dem allein leben, was sie

in der Atmosphäre finden, so müssen wir uns mit der Thatsache allein begnügen; denn es würde vergebens seyn, in die Geheimnisse aller dieser Veränderungen, welche die Luft in den Organen der lebenden Wesen erfährt, eindringen zu wollen; eben so wenig dürfen wir ängstlich untersuchen, wie in einem Menschen, welcher blos von Reis und Wasser lebt, alle diese verschiedenen Veränderungen eines so einfachen Nahrungsmittels vor sich gehen. — Dieses Geheimniß liegt außer den Grenzen unsers eingeschränkten Verstandes. Wer könnte mit Wahrheit einzusehen behaupten, wie ein Theil dieses Reises an manchen Stellen harte Knochen, an andern weiches Fett, und an einem einzigen Ort eine Feuchtigkeit bildet, von welcher ein einziger Tropfen in der Gebärmutter eines Weibes die wundervollste aller Wirkungen erweckt, — die Erzeugung eines Embryo, welcher nach der Geburt die größte Aehnlichkeit mit

dem Manne hat, dessen Saame die Entstehung dieser Nachkommenschaft veranlaßte.

§. 6.

Entdekkungen der neuern Chemie geben hierin Aufschlüße.

Das hellere Licht, welches sich in unsern Zeiten über die Chemie verbreitet hat, bietet uns die Möglichkeit dar, viele Erscheinungen zu erklären, welche wir entweder gar nicht kannten, oder wovon man vorher nicht einmal etwas ahndete.

Die neuen Entdekkungen über die Natur des Wassers, der Luft, der Salze u. s. w. eröffnen uns den Weg zu einer unendlichen Menge und Verschiedenheit neuer Entdekkungen. Die Identität desselben Princips in allen Säuren, Sauerstoff genannt,

welche die französischen Chemisten erwiesen haben, verbreitet ein neues Licht über den Unterschied der bisher bekannten Säuren und die Veränderungen, welche diese Säuren erleiden. Dasselbe säurende Princip wird, je nachdem es an eine verschiedene Basis (radical) *) tritt, entweder Salpeter-, Schwefel-, Salz- oder andere Säure. Mit Kohlenstoff wird es fixe Luft oder Kohlensäure, mit Schwefel Vitriol- oder Schwefelsäure, mit Phosphor Phosphorsäure, mit Stickstoff Salpetersäure u. s. f. (Dies letztere ist eine der Hauptentdekkungen des Herrn Cavendish.) Man dürfte also wohl mit Recht annehmen können, daß einige Säuren, welche in unserm Körper aufgenommen werden, in den verschiedenen Verrichtungen unsrer Organe

---

*) S. Fourcroy's Schriften.

ihr erstes Radical verlieren, und sich mit irgend einem neuen verbinden, und durch diese Verbindung ihre Natur ganz ändern. Wie wollte man, ohne daß solche Veränderungen in unsern Organen statt fänden, die Erzeugung einer so großen Menge Phosphorsäure, die fast überall in unserm Körper, vorzüglich in Knochen, sich findet, und von sehr angesehenen Chemisten schon den Namen der thierischen Säure erhalten hat, erklären? — da wir hingegen nirgend wo Salzsäure finden, ob wir gleich unter allen am mehresten davon genießen. Wir treffen in mehrern Flüssigkeiten die Basis des Kochsalzes, das Minerallaugensalz, an, z. B. in der Galle, im Saamen, im Urin u. s. w.; aber wir finden nichts von seiner Säure, nicht einmal das Kochsalz unzersetzt, ausgenommen in dem Serum des Bluts, und in dem Chylus, in welchem dieses Salz noch nicht die Veränderung der vitalen Organe erfahren hat. Es scheint also, als wenn

alle Säuren, die Salzsäure, die vegetabilische, und Kohlensäure u. s. f. in unsern Organen größtentheils in thierische oder Phosphorsäure umgeändert würden [5]). Es ist wenigstens wahrscheinlich, daß man, ohne diese Veränderung der Säuren in unserm Körper anzunehmen, den großen Ueberfluß der Phosphorsäure nicht erklären könnte. Denn wenn der Phosphor wirklich in unsern Nahrungsmitteln enthalten ist, so scheint die Menge davon doch nur sehr gering [6]).

Wenn Pflanzen fixe Luft oder kohlensaures Gas in sich aufnehmen, so ist es nicht schwerer zu glauben, daß diese Substanz in den Organen der Pflanze in andre Substanzen umgeändert, ausgearbeitet, oder modifizirt wird, als es schwer ist einzusehen, daß die erwähnten Umänderungen in der menschlichen Maschine statt finden. Wer könnte ohne demonstrativen Beweis

glauben, daß eine luftförmige Flüssigkeit, die Kohlensäure, $\frac{40}{100}$ des Kalksteins ausmache, und daß dieser Stein seine Härte verliere, wenn er dieses luftförmig flüssigen Antheils beraubt wird, und seine vorige Consistenz wieder erhalte, wenn er ihn wieder empfängt.

Nach Lavoisier, dem Stifter der neuern französischen Chemie, besteht die Kohlensäure aus $\frac{72}{100}$ Oxygen, welches die Basis der Lebensluft ist, und aus $\frac{28}{100}$ Kohlenstoff; — Wasser besteht aus $\frac{85}{100}$ Sauerstoff und $\frac{15}{100}$ Wasserstoff; — gemeine Luft ist zusammengesetzt aus $\frac{27}{100}$ Sauerstoff, und $\frac{73}{100}$ Stickstoff; — Sauerstoffgas ist zusammengesetzt aus Sauerstoff oder dem säurenden Princip und der Wärme- und Lichtmaterie.

§. 7.

Die Hauptnahrung der Pflanzen wird näher bestimmt.

Da also Kohlensäure aus Oxygen und Kohlenstoff besteht, so nehmen die Pflanzen von jenen zwei Principen ihre Hauptbestandtheile her, die wir in ihnen finden, — ihre Säuren, ihre Oele, und ihren Schleim u. s. w. Diese Stoffe werden zugleich mit dem aus der atmosphärischen Luft absorbirten Azot in ihren Organen 7) ausgearbeitet, verschiedentlich modificirt und verbunden, auf eine ähnliche und nicht minder unbegreifliche Weise, als in den wundervollen Processen, welche wir in dem thierischen Körper beobachten.

§. 8.

Andrer Meinungen hierüber werden geprüft.

Herr Hassenfratz *) übergab im Monat Juni 1792 der königlichen Gesellschaften der Wissenschaften in Paris drei Abhandlungen über die Nutrition der Gewächse, welche mit allgemeinem Beifall aufgenommen wurden. Der递 Haupttheil dieser Lehre, welcher in diesen drei Abhandlungen enthalten ist, nämlich daß Kohlenstoff den vorzüglichsten Nahrungsbestandtheil der Pflanzen ausmache, wurde sehr bewundert, und von dem berühmten Herrn Kirwan in seiner Abhandlung über Düngung **) angenommen.

*) S. *Annales de Chemie* vom Jahr 1792.

**) Siehe *Irish Philosoph. Transact.* Vol. V.

In der ersten Abhandlung sagt Herr Hassenfratz, daß Wasser und Luft allein zur Nahrung der Pflanzen nicht hinlänglich wären, sondern daß das Wachsthum dieser Geschöpfe dem Kohlenstoff zugeschrieben werden müsse, welcher ursprünglich sich in den Saamen [8]) findet, und zu diesem Behuf verwendet wird.

In der zwoten sucht er darzuthun, daß die Kohlensäure oder fixe Luft kein nahrhafter Stoff für die Gewächse sei, und die Vegetation nicht die Kohlensäure zersetze; sondern er sagt vielmehr, daß Kohlensäure nach der Entdekkung des Dr. Ingenhousz von den Pflanzen im Dunkeln gebildet wird, und ihre Entstehung theils der Pflanze, theils dem Sauerstoff des zersetzten Wassers verdanke.

Kirwan weicht in dieser Hinsicht von Herrn Hassenfratz ab, und glaubt,

daß die Kohlensäure durch den Act der Vegetation zersetzt werde.

In der dritten Abhandlung versichert er, daß der Kohlenstoff, das wahre Nahrungsmittel der Pflanzen, durch die Wurzeln aus dem Boden gezogen würde, wo es schon in einem Zustande einer hinlänglichen Auflösung oder Vertheilung sich befindet, so daß es von den Saugwurzeln aufgenommen, und durch die Pflanze geführt werden kann. Er glaubt, daß die Stärke einer Pflanze ganz auf der Menge des Kohlenstoffs beruht, mit welchem der Boden geschwängert ist, und giebt den Namen Kohlenstoff dem braunen Niederschlage in der Mistlauge, welcher übrig bleibt, wenn das Wasser verdampft.

Die in diesen Abhandlungen vorgetragene Lehre so wohl, als die wichtigen Versuche, welche sich darauf beziehen, erfor-

dern, wie ich glaube, eine nähere Untersuchung, ehe sie sich beweisen, oder vollkommen verstehen läßt. Es sei mir erlaubt, einige Betrachtungen heraus zu nehmen, welche vielleicht den Weg zu dem Geheimniß zeigen, wie die Natur die Pflanzen ernährt.

§. 9.

Erste Nahrung der entstehenden Pflanze.

Alle Saamen enthalten eine gewisse Menge Kohlenstoff, wodurch die Pflanze im Anfange ihres Wachsthums erhalten wird. Einige Saamen haben einen beträchtlichen Theil schleimigter Materie, wie der der Kresse; andere besitzen nächst diesem Schleim einen dikken Ueberzug, welcher die Saamen umschließt, so wie die Saamen der Weintrauben, Aepfel, Birnen, Melonen, Gurken. Dieser Stoff dient der

Pflanze, wie das Futter den Thieren. Alle diese Substanzen, womit viele Saamenkörner dick überlegt sind, enthalten eine große Menge fixe Luft oder kohlensaures Gas, wenn der in ihnen liegende Kern anfängt zu keimen. Wenn aber diese Substanz durch den Ausbruch der Gährung und Fäulniß aufgezehrt wird, so muß die junge Pflanze selbst im Stande seyn, sich mit Nahrung zu versehen. Ein neugebohren Kind möchte eben so wenige Tage ohne Nahrung leben können, indem es durch Nahrungstheile erhalten wird, welche es mit auf die Welt bringt, und welche es in den Mund noch in der Gebärmutter eingesogen hatte, und wovon ein Theil in der Brustdrüse bereitet wurde. Eben so ist es bekannt, daß alle Kinder, sowohl männlichen als weiblichen Geschlechts, mit einem Theil wahrer in ihren Brüsten ausgearbeiteter Milch auf die Welt kommen. Eben so wird das Gelbe des Eyes in den Magen des Hühn-

chens eingesogen, wenn es im Begriff steht sein Gefängniß zu durchbrechen. Dieser Stoff dient ihm zur Nahrung, bis es Stärke genug erlangt hat, sich selbst seine Speise zu suchen. Die Mütter der Saugthiere nähren eine gewisse Zeit lang ihre Jungen mit ihrer Milch. Viele Thiere, besonders Vögelarten, fliegen umher, um ihre Nahrung auszuspähen, welche sie ihrer Brut zutragen können. Ueberaus wenige Thiere sind so glücklich, an ihrem Wohnorte die Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu finden. Die Pflanzen dagegen wurden durch die Natur bestimmt, an derselben Stelle zu bleiben, und daher mußten sie das Vermögen haben, einige sie umgebende Substanzen in Nahrung zu verwandeln, sobald sie den geringen Vorrath von Nahrung, mit dem sie versehen waren, ehe sie keimten, aufgezehrt hatten.

§. 10.

Nutzen der Zersetzung der Luft für die Pflanzen.

Mit der ersten Zersetzung des Marks, das den Kern umgiebt, wird zugleich Kohlensäure erzeugt, und die erste Wirkung des Embryo oder der werdenden Pflanze besteht in der Zerlegung der sie umgebenden Luft, indem sie den in ihr enthaltenen Antheil Sauerstoff in Kohlensäure umwandelt. Von dieser Kohlensäure absorbirt die Pflanze bei Nacht und im Schatten den Sauerstoff, im Sonnenlichte hingegen den Kohlenstoff, indem dieselbe zu dieser Zeit den Sauerstoff allein aushaucht, und den Kohlenstoff sich als Nahrungsmittel an- eignet. Alle diese verschiedenen Verrichtungen haben demnach eine gemeinsame Wirkung, nämlich die Zersetzung der sie umgebenden Luft. Es scheint daher mehr als wahrscheinlich, daß die Gewächse ihre

Hauptnahrung von dieser Zersetzung und der Erzeugung der fixen Luft oder des kohlensauren Gas hernehmen.

Diese Voraussetzung gewinnt an größerer Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß alle Luftarten, welche schwer in Kohlensäure verwandelt werden, nämlich solche, welche keinen Sauerstoff enthalten, wahres Gift für die Pflanzen sind; als Wasserstoffgas, faule Luft und Azot, (der Priestleyischen und Scheelischen Lehre ganz entgegen); und daß Lebensluft selbst, oder eine Luft, die dieser sehr nahe kommt, eine Pflanze in ihrem schönsten Wachsthum außerordentlich gut erhält, und daß Kohlensäure, concentrirt, oder ohne einen großen Antheil athembarer Luft, die Pflanzen tödtet. Denn diese und alle andere Luftarten, die auf das vegetabilische Leben wie Gift wirken, zerstören auch das thierische Leben; — eine Lehre, welche ich zuerst

vortrug, um eben die genannten berühmten Naturforscher zu widerlegen *).

§. 11.

Geschichte der Entdekkung dieser Lehre.

Wie ich 1779 die Entdekkung machte, daß alle Vegetabilien die gemeine Luft bei Nacht zersetzen, und einen Theil davon in Kohlensäure umwandeln **), und aus diesen und andern Thatsachen den Schluß zog, daß die Pflanzen die Kohlensäure absorbiren, und zu ihrer Nahrung verwenden, so war das neue System der Chemie noch nicht öffentlich vorgetragen, und unbekannt mit

---

*) *Experiences sur les végétaux* Tom. II. Sect. LVI.

**) *Experiences sur les végétaux* Tom. I. XC. u. XCII.

allen Schönheiten desselben, war ich nicht im Stande, diese Thatsachen auf eine eigene Theorie zurück zu führen. Aber seitdem wir die Analyse des Wassers und der Luft kennen, so ist es weit leichter geworden, die Erscheinungen der Vegetation zu erklären. Da es jetzt ausgemacht ist, daß fixe Luft oder Kohlensäure aus Sauerstoffgas, dem der Wärmestoff entzogen, und aus Kohlenstoff besteht, so ist es nicht schwer einzusehen, wie Pflanzen sich ihre eigne Nahrung bereiten, indem sie Kohlensäure erzeugen, vorausgesetzt, daß es ausgemacht sei, daß Kohlenstoff die Hauptnahrung der Pflanzen ausmache.

---

§. 12.

Wachsthum der Pflanzen.

Aus dieser Lehre ergiebt sich von selbst, daß die Pflanzen dann am schnellsten

wachsen, wenn sie die größte Menge von diesem Nahrungsmittel bereiten. Dies geschieht, wenn sie im Dunkeln stehen. Auch lehren dies die Thatsachen selbst, denn alle Pflanzen wachsen im Dunkeln weit schneller, als im Sonnenschein, wie Du Hamel und Bonnet fanden. Sie nennen dieses schnellere Wachsen étiolement 9). Pflanzen wachsen im Allgemeinen gegen den Mittag weniger als zu jeder andern Zeit. Viele nehmen gar nicht zu, wenn die Sonne dem Meridian sich nähert, und einige scheinen um diese Zeit sogar abzunehmen *).

Ich entdeckte, daß die Wurzeln der Pflanzen, selbst wenn sie der Sonne ausge-

---

*) *Experiences et Observations nouvelles.* Vol. II. p. 206.

sezt sind, Kohlensäure erzeugen, die Blätter, hingegen und grünen Sprößlinge sie nur im Dunkeln hervorbringen, und daß die Blumen und Früchte, mit weniger Ausnahme unter den leztern, zu jeder Zeit, so wie die Wurzeln, Kohlensäure bereiten. So ist denn keine Zeit ausgenommen, in welcher nicht ein Theil oder die ganze Pflanze unausgesezt mit der Bereitung der Kohlensäure beschäfftigt wäre.

§. 13.

Erhalten die Pflanzen den Kohlenstoff durch die Wurzeln?

Obgleich Herr Hassenfratz zu glauben scheint, daß die Pflanzen die Kohle (die nach seiner Meinung die wahre Nahrung der Pflanzen ist) nicht von der Kohlensäure hernehmen, sondern schon fertig im Dünger finden, so halte ich es doch für

wahrscheinlicher, daß sie dieselbe vorzüglich von der Kohlensäure hernehmen, weil dieses eine sehr leicht zu zersetzende Substanz ist. Alle Düngungsmittel, künstliche und natürliche, erzeugen eine große Menge Kohlensäure, entweder durch sich selbst, oder durch Zersetzung der sie umgebenden Luft.

Aber hier scheint eine Schwierigkeit einzutreten, wie eine Pflanze oder der Dünger aus der atmosphärischen Luft Kohlensäure ziehen könne, da gemeine Luft nach dem neuern System nur $\frac{1}{100}$ davon enthält, und nach Lavoisier gar keine. Ob man gleich nach diesen Principen keine Theorie darüber aufstellen könnte, so haben wir doch Thatsachen genug aufzuweisen, welche es klar zeigen, daß gemeine Luft an sich selbst alle Bestandtheile zur Erzeugung der Kohlensäure hergeben kann, wie wir nach und nach sehen werden. Ob diese Thatsachen einen Fehler im neuen System ahn-

den lassen, mag ein besserer Richter als ich entscheiden.

§. 14.

Unerklärbare Processe im organischen Körper.

Wir sind noch weit entfernt, die verschiedenen Erzeugnisse einzusehen, welche sich in dieser Welt unsern Sinnen als Wirkungen der unendlichen Verbindungen, Zersetzungen, chemischen Affinitäten oder Anziehungen u. s. w. darbieten, und welche überall wirksam sind, an der Oberfläche und in dem Mittelpunct der Erde, in der Atmosphäre, wie in den Seen und andern Wässern, ja selbst in den organischen Körpern des Thier- und Pflanzenreichs u. s. w. Das neue System verschafft uns in der That viel Licht, ist aber doch noch auf keine Weise hinlänglich, die tiefen Geheimnisse der organischen Wesen aufzuhellen. Die Fortpflanzung z. B. der Thiere und Gewächse hat durch sie,

wenn auch etwas, doch sehr wenig gewonnen. Die Analyse der Saamenfeuchtigkeit, welche sehr leicht zu machen ist, giebt uns nicht die geringste Idee von seiner wunderbaren Zeugungskraft. Nach dieser Abweichung kehre ich zu meinem Gegenstande über die Kohlensäure zurück.

§. 15.

Die von den Pflanzen absorbirte Luft wird in ihren Organen verändert.

Kalkstein, alkalische Salze, werden durchs Feuer ihrer Kohlensäure beraubt, und erhalten dieselbe wieder, wenn sie der freien Luft ausgesezt sind. Kann diese Erzeugung auf so einfachem Wege vor sich gehen, so werden wir uns in der That nicht wundern, daß organische Körper sie aus eben dieser Quelle, der Atmosphäre nämlich, schöpfen. Dies scheint mir ein all-

gemeiner Behälter aller derjenigen Substanzen zu seyn, welche mit allen organischen Körpern des Thier- und Pflanzenreichs und selbst vielen andern des Mineralreichs in eine Verbindung treten.

Du Hamel fand, daß der Zweig eines Weinstocks oder irgend eines andern Baums, den man in ein Treibhaus führte, während seine Wurzeln außerhalb desselben blieben, hier starke schöne Blätter, neue Schößlinge, Blüthen, Früchte bekam, indem alle andere Zweige, die der offenen Luft ausgesezt blieben, kein Zeichen von Leben von sich gaben, weil die Wurzeln der Kälte ausgesezt, und so wahrscheinlich aller Bewegung oder Circulation der Säfte beraubt waren. Wenn das Wachsthum der Vegetabilien von der Absorbtion des Kohlenstoffs durch ihre Wurzeln abhienge, so hätte dieser im Treibhause gezogene Zweig ganz und gar nicht wachsen können, so lange die Wurzeln

und der Stamm von einer kalten Luftschicht umgeben waren. Aber dieser Zweig, der mit keiner andern Substanz in Berührung ist, als mit Luft, Wärme und Licht, muß von der ihn umgebenden Luft allein alles hernehmen, was zu seinem Wachsthum und zu seiner Fortpflanzung nöthig ist.

Da die Säfte tief liegender Wurzeln nie durch den Frost alterirt werden können, indem die Kälte nicht so tief eindringt, und da also der Frost nur die Säfte eines Weinstocks gefrieren machen kann, so weit sein Stamm der offenen Luft ausgesetzt ist, und etwas tiefer, so glaube ich, daß dieses Factum sich deutlicher nach einer andern Theorie erklären lasse, welche der Leser weiter unten finden wird.

Wenn man alle die Erscheinungen genau beobachtet, wie ich that, so findet man, daß die mit der Pflanze in Berührung ste-

hende Luft zersezt wird, aber auf sehr verschiedene Weise, bei Tage und bei Nacht. Daß diese Veränderungen der Luft ganz in den Organen der Pflanzen vor sich gehen, ist um so viel wahrscheinlicher, weil die Gewächse alle sie umgebende Luft absorbiren, mit allen ihren Grundstoffen *), und sie in einer gewissen gegebenen Zeit wieder aushauchen, sehr verschieden von dem Zustande, in welchem sie eingezogen wurde. Der Zeitraum, welcher von einer Pflanze erfordert wird, um alle die eingesaugte Luft wieder zu erneuern, beträgt, wie ich gefunden habe, bei Tage und bei Nacht, weniger als eine halbe Stunde **).

---

*) Ich beweise dies an mehrern Stellen des zweiten Bandes meines Werks über die Gewächse, nach der französischen Ausgabe.

**) Siehe mein Werk *on Vegetables* Sect. XXII. XXIII. XXX.

Diese letzte Behauptung, welche ich durch Thatsachen bewiesen habe, möchte vielleicht, wenn man sie mit kritischen Augen betrachtete, etwas paradox aussehen, weil es schwer zu begreifen ist, daß derselbe organische Körper einerlei Fluidum zu derselben Zeit von einer Oberfläche einziehen und aushauchen könne. Da aber dieses doppelte Phänomen unausgesezt in allen Theilen des lebenden Thiers hervorgebracht wird, so verschwindet allmählich die Schwierigkeit es zu begreifen.

§. 16.

Verhältniß der Nahrung zur Pflanze; Analogie in Thieren.

Obgleich der größte Theil der jährigen Pflanzen, welche eine wohlthätige Nahrung für den Menschen enthalten, wie Weizen, Roggen, Mays, in dürftigem Boden

wachsen, so sprossen sie doch in diesem nicht üppig hervor, wohl aber in einem fetten, gut gedüngten Boden. Da diese Pflanzen ein schnelles Wachsthum haben, wenn sie von der Wärme und dem Sonnenlichte unterstützt werden, kommen sie sehr bald zu ihrem Ende, oder zur Fortpflanzung ihrer Species, d. h. zur Hervorbringung von Saamen. Ist dieser zur Vollkommenheit gekommen, so ist die Lebenskraft der Pflanze erschöpft, und sie stirbt. Da diese Pflanzen eine so zarte Struktur haben, und im Allgemeinen ihre Wurzeln nicht tief in den Boden verbreiten, so erfordern sie die größte Aufmerksamkeit bei Bearbeitung des Bodens, so daß die Wurzeln bei ihrer Ausbreitung den geringsten Widerstand, und schon so viel und nicht mehr Nahrung für die Saugfasern bereit finden, als die Pflanze bedarf, um stark zu werden. Denn es ist bekannt, daß sowohl zu vieler als zu weniger Dünger die Pflanzen vom schnel-

len Wachsthum abhält. Bei zu wenigem Dünger muß man die Pflanze als hungrig, bei zu vielem, als übersättigt betrachten. Hierin scheint etwas Analoges mit einer Henne zu liegen, welche keine Eier legen will, oder sehr wenige, nachdem man ihr zu viel oder zu wenig zu fressen giebt. Giebt man ihr z. B. täglich drei oder vier Unzen gutes Futter, so dürfte sie vielleicht jeden Tag ein Ei legen, was über zwo Unzen schwer seyn würde; wenn man sie aber mit acht Unzen vollstopfen wollte, so wird sie gar keine oder sehr wenige Eier legen; (ich habe das bestimmte Verhältniß vergessen). Ich glaube (nach dieser Betrachtung), daß man bei der Fütterung der Thiere, sie seien zur Mast oder zur Arbeit bestimmt, auf die Menge, Beschaffenheit und Bereitung des Futters, die nöthig ist, um zu seinem Endzweck zu kommen, zu wenig Aufmerksamkeit gerichtet hat, und daß viel Futter erhalten werden würde, wenn dies der Gegenstand

eines sehr aufmerksamen Beobachters würde. Zwar nehmen manche Thiere mehr Nahrung zu sich, als sie bedürfen; z. B. die Pferde, in deren Exkrementen man oft Körner findet, welche so weit von guter Verdauung entfernt sind, daß sie noch nicht ihre Vegetationskraft verlohren haben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ein Pferd gesund und frisch erhalten werden könne, wenn man ihm eingeweichtes, gemahlenes oder gekochtes Korn in mäßiger Menge gäbe; gemalztes Korn soll nach Lord Dundonald das beste seyn. Schwarzes oder Roggenbrod wird den Pferden in den Niederlanden auf der Reise gegeben; die Pferde haben dies sehr gern, und werden sehr lebhaft darnach. Dieselbe Wirkung sieht man nach Bier und Milch, welche man ihnen auch auf dem Wege giebt. In den Niederlanden finden sie es sehr gut, die Kühe mit gekochten Kartoffeln und verschiedenen andern Vegetabilien zu nähren.

Sie behalten bei dieser Nahrung ihre natürliche Stärke, und geben eine große Menge gute Milch. Es ist vielleicht mit den Pflanzen, wie mit den Thieren, daß zu viel Nahrung beiden schädlich ist. Ein Hund und eine Katze verlieren ihre natürliche Lebhaftigkeit, werden fett, und schlafen fast Tag und Nacht, wenn sie zu gut genährt werden.

§. 17.

Ob Kohle ein Düngungsmittel sei.

Wenn Kohlenstoff die wahre Nahrung der Pflanzen ist, so scheint mir es noch zweifelhaft, ob die schwarze Jauche, welche nach Abdampfung einer Mistlauge übrig bleibt, wirklich Kohlenstoff sei, ehe sie dem Feuer ausgesetzt war. Es ist meiner Meinung nach eher ein Extract zu nennen, und kann wieder durch Wasser vertheilt oder

aufgelöst werden, wie es vor der Abdampfung war; wenn dieselbe aber wirklich zu Kohle gebrannt ist, so wird sie im Wasser unauflöslich, wie von aller Holzkohle bekannt ist. Die Holzkohle ist nicht nur unauflöslich, sondern auch unveränderlich, und besitzt nur, wenn sie neu gebrannt ist, eine antiseptische Kraft, welche sie dadurch wieder erlangt, daß man sie aufs Neue dem Feuer aussezt; und ich kann meine Zweifel nicht unterdrükken, ob wahre, in Pulver gebrachte Kohle irgend eine bestimmte Eigenschaft besitze, welche ihr unter den Düngungsmitteln einen Platz gestattet. Der berühmte Arthur Young machte mit Kohlenpulver Versuche, und fand, daß es auch gar keine vortheilhafte Wirkung auf die Pflanzen hätte [10].

---

§. 18.

Fernere Beweise, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus der Atmosphäre ziehen.

Ob es gleich nicht zweifelhaft ist, daß die Vegetabilien einen großen Theil ihrer Nahrung durch die Wurzeln einziehen, so glaube ich doch, daß das größte Geschäft der Ernährung durch die Blätter in der Atmosphäre geschieht. Nächst der Erfahrung von Du Hamel, welche auf einer der vorigen Seiten angeführt worden ist, giebt es noch viele andre Betrachtungen, welche mit jener in genauer Verbindung stehen. Viele europäische Bäume gehen ein, wenn sie auf einmal alle ihre Blätter verlieren [11]). (Bäume in sehr heißen Climaten verlieren alle ihre Blätter, wenn bei heißem Wetter die Sonne sie austrocknet, ohne einzugehen.) Folgendes Factum geschah vor meinen Augen. Der Schwefeldampf, welcher durch das Verbrennen von einer geringen

Menge mit Salpeter gemischtem Spießglase entstand, wurden zufälliger Weise über einen großen schön grünenden Birnbaum getrieben, der voll von halbreifen Birnen hieng; den nächsten Tag waren alle Blätter und Birnen abgefallen, und der Baum unwiederbringlich verloren. Bringt man eine Pflanze unter eine Glocke, und ihre Wurzeln in eine Flasche Wasser, so stirbt sie, wenn die Glocke durch die Luftpumpe luftleer gemacht ist. Sie wird eben auch eingehen, wenn sie, statt in einer athembaren Luft zu stehen, in ein Gas gesezt wird, welches den Thieren schädlich ist. Wären die Wurzeln die wahren Ernährungsorgane der Pflanze, so würde ihr Leben in allen diesen Luftarten ausdauern, besonders in solchen, welche keinen scharfen Bestandtheil besitzen, wie reines Azot; denn reines Azot tödtet die lebende Pflanze, und hindert die Saamen an Wachsthum.

§. 19.

Sauerstoff und Wärme bedarf die Vegetation, nicht das Licht.

Mäßig warme Lebensluft ist allein ohne einiges Licht hinreichend, die Pflanze vegetiren zu lassen. Ich fand sogar, daß Saamen bei einem zu hellen Lichte unbehaglich sich befanden, langsamer wuchsen, und öfters gar eingiengen, ehe ihre Lappen Blätter bekamen, und ihre Plumula sich in eine Wurzel ausbildete; und daß, wenn sie die Einwirkung der Lichtstrahlen überleben, doch nur schwache und unausgebildete Gewächse daraus werden. Dies beweist, daß beim Ackerbau fast alle nicht bedeckte Saamen eingehen, wenn zur Zeit ihres Anschwellens und Wachsens die Sonne auf sie scheint. Meine Versuche zeigen hinlänglich, daß solche Saamen oder Embryonen von Pflanzen bei dem blosen Lichte sterben, (welches allen sehr jungen Gewächsen uner-

träglich ist, eben so sehr als Pflanzen, welche durch Versetzungen getrocknet oder geschwächt sind) und nicht bei der Sonnenhitze oder dem Mangel an Feuchtigkeit *). Wenn eine Pflanze in der Dunkelheit, entweder unter der Erde, oder an einem dunklen oder schattigten offenen Orte, bis zu einem gewissen Grad von Stärke aufgewachsen ist, so wird ihr das Licht immer mehr und mehr wohlthätig, nicht dadurch, daß sie an Größe gewönne, sondern dadurch, daß sie an Stärke zunimmt, lebhaft grün und zur Fortpflanzung ihrer Species geschickt wird. Diese Fortpflanzung geschieht nicht ohne hinlänglichen Sonnenschein oder wenigstens Tageslicht, und einen gehöri-

---

*) *Experiences sur les végétaux* Tom. II. p. 447.

gen Grad Hitze, d. h. Wärme der Luft, und auf keine Weise Wärme des Bodens. Diese leztere ist doch, wenn sie gleich einigen Pflanzen sehr wohlthätig wird, vielen sehr schädlich; und in der That der Boden, welcher feucht durchs Wässern geworden ist, wird allemal durch die beständige Ausdünstung kühl, und Pflanzen wachsen im Allgemeinen sehr gut in feuchten Boden, wenn er auch immer kühl gehalten wird. Die Bäume im Walde breiten ihre Wurzeln zu so einer Tiefe aus, daß die Hitze der Atmosphäre nicht bis zu ihnen gelangen kann. Ihre Wurzeln sind Winter und Sommer in einer gleichförmigen Temperatur von 50 bis 52 Grad Fahrenheit. Dies beweist, daß die Vegetation der Bäume, wie die der meisten Pflanzen, die im Winter unterbrochen ist, wieder durch die Wärme die Atmosphäre allein geweckt werde, ohne alle Rücksicht auf die Wärme des Bodens, welche kaum einer Veränderung höchstens

an der Oberfläche unterworfen ist. Die Hitze der Atmosphäre allein bringt die Säfte der Bäume in Umlauf, und dieser sezt, vermöge der Fortpflanzung, die Säfte der Wurzeln in dieselbe Bewegung. So lehren die Säfte, welche von den Wurzeln aufwärts steigen, die Saugfasern, welche durch dieses Aufwärtsstreben der Flüssigkeiten selbst an absorbirender Kraft zunehmen. Dieß alles geschieht, ohne daß ein höherer Grad von Wärme für diese Einsaugung erforderlich wäre, als der, welcher die Wirkung einer gewöhnlichen Saugpumpe befördert. Boyle oder Hales, wenn ich mich recht erinnere, sammelte, indem er eine Glasröhre im Frühling in einen aufgeschnittenen Weinstockstamm brachte, eine große Menge Saft, welche durch die Wurzeln in die Höhe gestiegen war. Diese Bewegung der Flüssigkeiten in den Vegetabilien hängt größtentheils von ihrer Irritabilität ab, nach

den Grundsätzen des Herrn van Marum. Dies scheint in der That sehr wahrscheinlich, da ein elektrischer Funke, welchen man durch eine Pflanze leitet, wie z. B. die Euphorbia, alle Bewegungen ihrer Säfte unmittelbar hemmt, indem er die Reizbarkeit vertilgt *).

§. 20.

Theile, welche die Wurzeln aufnehmen, werden in der Pflanze umgeändert.

Indem die Wurzeln also durch ihre Saugöffnungen Feuchtigkeiten einziehen, absorbiren sie auch zugleich alle salzigten, er-

---

*) Siehe *Lettre de Mr.* van Marum *à Mr.* Ingenhousz *dans le Journal de physique de Mr.* Lametherie, pour l'année 1792.

digten, metallischen Substanzen u. s. w. welche in dem Wasser, oder in dem salzigten Stoffe, der sich beinahe in allen Wassern befindet, sich auflösen lassen. Dieses Auflösungsmittel ist nach den neuern Bemerkungen größtentheils Kohlensäure. Ob wir gleich diese Salze mit allen ihren charakteristischen Kennzeichen in einigen Pflanzen finden, welche in einem damit angeschwängerten Boden wachsen, wie z. B. das Kochsalz in den Meerstrandpflanzen, so ist es doch nicht minder wahr, daß die meisten Grundstoffe, welche durch Würzeln, Blätter, Stamm und Zweige eingesogen werden, eine gänzliche Umwandlung in den vegetabilischen Organen erfahren, so daß das, was in der einen Pflanze eine wohlthätige Nahrung hervorbringt, sich in der nächst stehenden zu einem wahren Gifte ausbildet. Aber da ich vorher bewiesen habe, daß die Atmosphäre allein einigen Pflanzen alles verschaffen kann, was sie zu allen Verrichtungen

bedürfen, so müssen wir nicht zu ängstlich in dem Dünger die wahre und natürliche Nahrung der Gewächse suchen, obgleich in diesen Stoffen eine größere Menge von dieser Nahrung wirklich bereitet, und zum Theil eingesogen wird unter der Gestalt von Kohlensäure, schleimigter, öligter und salzigter Materie, wodurch die Pflanze in den Stand gesezt wird, Nahrung zur Entwikkelung mehrerer Zweige, Blumen und Früchte zu verschaffen. Ich finde es sehr schwer zu begreifen, wie ein großer Baum Jahrhunderte lang seine Nahrung an demselben Orte findet, wenn nach der Vermuthung des Herrn Hassenfratz seine vorzügliche Nahrung Kohle ist; und wenn dieser Kohlenstoff nicht von der Zersetzung der Kohlensäure entstände, (wovon die Kohle nach Lavoisier nur ein Dritttheil ausmacht $\frac{28}{100}$). Dieser Gelehrte sieht meine Entdekkung, daß die Pflanzen im Dunkeln Kohlensäure erzeugen, für sehr

gegründet an; und daß die Wurzeln, die immer des Tageslichts beraubt sind, unaufhörlich damit beschäfftigt sind. Es findet sich im Boden überall gemeine Luft, und gemeine Luft ist, wie ich vorher erwiesen habe, hinlänglich, auch ohne Pflanzen Kohlensäure zu erzeugen. Demnach ist es keine große Schwierigkeit, die Quelle dieses Kohlenstoffs aufzufinden, und einzusehen, wie die größten Bäume Jahrhunderte lang die unermeßliche Nahrung finden, welche zu ihrer Unterhaltung, Wachsthum und überflüßigen Hervorbringung der Früchte oder Saamen nöthig ist, welches alles zwar zum Theil aus dem Boden kömmt, wie ich aber glaube, größtentheils von der Atmosphäre, vermöge der Blätter, welche die sie umgebende Luft absorbiren und zersetzen. In der Folge dieser Abhandlung wird die Art, wie die Wurzeln der Bäume Kohlensäure erzeugen, näher aus einander gesetzt werden.

§. 21.

Die Lehre von der Veränderung der Luft in Körpern ist nicht neu.

Die Veränderung der gemeinen Luft in verschiedenen festen Körpern ist eine sehr alte Lehre. Pythagoras und Epicur hielten dies für eine unbezweifelte Thatsache, und Lucretius, welcher mit diesem System sein Gedicht de rerum natura ausgeschmückt hat, behauptet, daß die Luft immer in verschiedene andere Stoffe umgeändert werde, und diese wiederum in Luft übergehen, welche nachmals mit vielen andern Körpern Verbindungen eingeht. Wenn dieser unaufhörliche Kreislauf nicht Statt fände, so würde jedes Ding dieser Welt in Luft verwandelt worden seyn, welche folglich am Ende der einzige existirende Stoff gewesen wäre. Hier sind seine eignen Worte:

Aëra nunc igitur dicam, qui corpore toto
Innumerabiliter privas mutatur in horas.
Semper enim quodcunque fluit de rebus, id omne
Aëris in magnum fertur mare, qui nisi contra
Corpora retribuat rebus recreetque fluenteis,
Omnia jam resoluta forent et in aëra versa.
Haud igitur cessat gigni de rebus, et in res
Recidere assidue, quoniam fluere omnia conſtat *).

---

*) Titi Lucret. *Carm. de Rer. Natur. Lib.* V. p. 274.

Anaximenes sagte, daß alle Körper aus Luft geschaffen wären.

§. 22.

Theorie über Etiolement der Pflanzen.

Auf einer der vorhergehenden Seiten trug ich eine neue Theorie über das sonderbare Factum vor, daß Pflanzen ihr Wachsthum im Dunkeln beschleunigen, und am wenigsten am Mittag zunehmen, (welches eine Beobachtung des Herrn Gardini ist). Obgleich diese Theorie vielleicht irrig ist, so sei es mir doch erlaubt, da sie sich auf eine wirkliche Thatsache gründet, weiter zu gehen und zu sagen: daß die Pflanzen, welche im Dunkeln mehr athembare Luft in Kohlensäure verwandeln, als sie verdauen können, einen großen Theil davon aushauchen, und also die sie umgebende weniger respirabel machen; daß sie ferner am Tage

mit der Atmosphäre so viele Wärme und Lichtstoff, welche die Sonne hergiebt, absorbiren; daß sie endlich nicht alles verdauen können, und folglich den überflüssigen Theil davon mit Sauerstoff verbunden aushauchen. Diese Flüssigkeit hat ganz die Natur der Lebensluft, und wenn sie auch nicht ganz rein ist, so ist sie es doch wenigstens so sehr, als die, welche der beste Braunstein enthält *).

§. 23.

Methode, die wahre Nahrung der Pflanze zu entdekken.

In einem Briefe an John Sinclair vom 2ten December 1794 stellte ich zum

---

*) Siehe *Expériences sur les végétaux*. Vol. II. p. 182.

Beweiß, daß Kohlensäure die Hauptnahrung der Pflanzen sei, die von mir entdeckte Thatsache auf, daß der wundervolle Apparat, den die Pflanze bildet, wenn sie sich fortpflanzen will, nämlich die Blume, unaufhörlich Kohlensäure hervor bringe. Durch diese Beobachtung dürften wir zur Kenntniß der wahren natürlichen Nahrung der Vegetabilien geleitet werden; und als eine fernere Erläuterung will ich anführen, daß, wenn wir begierig sind, die natürliche Nahrung einiger einzelnen Thiere kennen zu lernen, eine der sichersten Methoden sei, ausfündig zu machen, was für Nahrung die Eltern ihren Jungen bringen. So finden wir, daß eine Taube am besten fett wird durch Körner, und eine Schwalbe durch Insekten. Durch einen ähnlichen Schluß geleitet, möchte ich behaupten, daß die wahre oder Hauptnahrung der Pflanzen respirable zersezte Luft sei. Wenn ich die zersezte Luft alsdann untersuche, so finde

ich, daß sie aus zwo Substanzen besteht, nämlich aus fixer Luft oder kohlensaurem Gas und phlogistischer Luft oder Stickgas *). Da nun Kohlensäure zween bestimmte Stoffe enthält, nämlich Kohle und Oxygen, so entsteht die Frage, welcher von beiden Stoffen die wahre Nahrung der Pflanzen ausmache, auf die wir zu sehen haben. Hassenfratz glaubt, es sei vorzüglich Kohle; ohngeachtet seine Meinung ist, daß die Pflanzen die Kohle nicht von der Kohlensäure, sondern von dem Boden oder dem Dünger entlehnen. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß beide Stoffe zur Nahrung dienen, und noch mehr, daß Stickstoff eben sowohl in die Pflanze eingehe, und also auch

---

*) *Experiences sur les végétaux.* Vol. I. p. XC. und an mehrern andern Orten des ersten und zweiten Bandes.

Antheil an ihrer Erhaltung habe. Eine meiner Ursachen, warum ich so denke, ist, daß Pflanzen unaufhörlich die ganze atmosphärische Luft absorbiren *), und daß sie, indem sie durch Zersetzung in ihre verschiedenen Bestandtheile diese Flüssigkeit absondern, den Theil derselben aushauchen, den sie nicht in der Zeit verdauen können, in welcher er hervorgebracht wird. Ich beziehe mich hier auf die Kohlensäure und das Stickgas, welche bei Nacht ausgehaucht werden, und zwar mechanisch und nicht chemisch gemengt sind. Dagegen wird im Sonnenlichte Sauerstoff allein abgesondert, indem Kohlenstoff und Azot zu der Zeit sich in der Pflanze anhäufen. Ob ich es gleich für wahrscheinlich halte, daß Azot

---

*) *Experiences sur les végétaux.* Vol. II. p. 92 — 94. und folg. so auch p. 121. 173. 186. 504.

auf diesem oder jenem Wege in die Bestandtheile der Pflanze eingeht, so halte ich es doch nicht für unbedingt nothwendig, da eine Pflanze ohne dieses überaus wohl wächst, nämlich in reinem Oxygen. Zwar sterben auch Pflanzen in reiner Kohlensäure, allein in diesem Falle muß die Pflanze vielleicht betrachtet werden, als wenn sie damit übersättigt wäre.

Ich gestehe indeß aufrichtig, daß die jetzt vorgetragene Theorie noch nicht alle die Klarheit hat, die ich ihr zu geben wünschte. Die Thatsachen, die dieselbe beweisen können, ohngeachtet sie zwölf Jahre lang Widerspruch fanden, sind öffentlich angenommen, gerade von denen, welche die heftigsten Streiter dagegen waren, indem sie meine neue Theorie für der Natur widersprechend, und durch sich selbst widerlegt ausschrieen.

§. 24.

Ueber Düngungsmittel und Kohlensäure.

Da alle und die stärksten Düngungsmittel eine gemeinschaftliche Eigenschaft haben, nämlich eine große Menge Kohlensäure zu enthalten, oder zu entwikkeln, und da der Dünger, wenn er zu freigebig verwendet wird, der Vegetation schadet, so scheint es wahrscheinlich, daß die vorzügliche Aufmerksamkeit bei der Düngung auf die Zeit zu richten sei, wo man sie in den Boden bringt, das ist in dem höchsten Grade der fauligten Gährung. Die saure und weinigte Gährung kann im Dünger nicht beobachtet werden, da sie zu geschwind vorüber gehn, oder vielleicht gar nicht statt finden, in einer so außerordentlich leicht faulenden Substanz. Dies ist in der That dem verständigen Landmann bekannt, und wird längst von ihm ausgeübt. Wenn so die Fäulniß in ihrem höchsten Grade, in

welchem sie das Ferment zerstört haben würde, durch Ausbreitung des Düngers über das Land oder durch Einpflügen unterbrochen worden ist, so fängt eine neue mildere Gährung, durch Wärme und Feuchtigkeit befördert, an. Dies scheint der Zeitpunct zu seyn, in welchem die Pflanze die fixe Luft oder Kohlensäure absorbirt, sei es, wenn sie eben erst gebildet wird, oder indem sie mit feuchten oder andern Substanzen in Verbindung tritt, wie mit verschiedenen Salzen und Erden, wovon sich verschiedene Gattungen in fast jeder Art des Bodens finden. Diese Substanzen, welche durch die Feuchtigkeiten einander genähert werden, wirken chemisch auf einander, d. h. nach den verschiedenen Combinationen, Attractionen einfacher oder verwikkelter Art, oder nach den zusammengesezten chemischen Affinitäten. Bei allen diesen Arten der Zusammensetzung, Zersetzung und Anziehung ist beinahe eine beständige Entbindung der Kohlensäure.

Wenn wir unsre Aufmerksamkeit mit Erstaunen auf die große Scene der immerwährenden Umdrehung organischer Wesen wenden, indem eines in das andre sich verwandelt, bei Erlangung seines Lebens, und beim Verschwinden im Tode; wenn wir betrachten, daß alle lebende Wesen durch ihr Athmen, ihre Ausdünstung *), und ihre Verdauung, und die fauligte Gährung nach dem Tode; daß alle Vegetabilien, so lange sie leben, eben so wohl, als

*) *On Vegetables* p. 133. Der Abschnitt heißt: On the nature of the air oozing out of our skin. Dr. Priestley leugnet gerade zu alle luftförmige Ausdünstung aus der Oberfläche der Thiere und Pflanzen. Einige neuere Schriftsteller scheinen diese luftförmige Ausdünstung aus unsrer Haut als eine neue ihnen eigne Entdekkung zu betrachten.

wenn sie nach dem Tode im Zustande der Zersetzung sind; kurz daß alle die Wirkungen, von unendlicher Verschiedenheit, die überall auf der Oberfläche der Erde vorkommen, den gemeinsamen Effect haben, daß sie nämlich Kohlensäure hervorbringen, selbst mitten in der Fäulniß, wodurch Alkali volatile, jetzt Ammoniac genannt, erzeugt wird; wenn wir dieser Betrachtung noch hinzu fügen, daß selbst die unorganischen Körper, die des Mineralreichs, bei vielen Gelegenheiten, wie wir schon angeführt haben, daran, daß sie den andern beiden Naturreichen in der Hervorbringung jener luftförmigen Flüssigkeiten beistehen, einen beträchtlichen Antheil haben; wenn wir, sage ich, betrachten, daß alle diese unzähligen Wirkungen auf die Hervorbringung eines einzigen allgemeinen Stoffes abzielen, so ist nicht zu zweifeln, daß diese Flüssigkeit, die Kohlensäure, einen so eben ausgebreiteten Nutzen in der Welt

habe, als ihre Hervorbringung allgemein ist.

Aber man könnte fragen, warum ist dieselbe nicht in der Atmosphäre zu finden, da sie überall erzeugt wird? Die Ursache davon liegt, glaube ich, darin, daß sie, sobald sie hervorgebracht ist, d. h. sobald der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff sich vermischt hat, und der Wärmestoff verschwunden ist, aufhört, innig mit der Atmosphäre verbunden zu seyn. Sie erlangt nämlich größere specifische Schwere, verläßt den Ort ihrer Entstehung, sinkt zu Boden, und wird leicht mit den feuchten Theilen und den verschiedenen Salzen u. s. w. mischbar. So verschwindet sie fast allemal, sobald sie erzeugt ist, und ist vielleicht der erste Schritt in Aneignung der gemeinen Luft in feste Körper.

§. 25.

Thierische und vegetabilische Substanzen, wirken wahrscheinlich blos als Düngungsmittel, wenn sie durch Fäulniß zersezt werden, während welcher Periode eine große Menge Kohlensäure hervorgebracht wird. Diese Fäulniß wird fast durch alle Salze befördert, wenn sie mit diesen Substanzen in geringer Menge gemischt werden, gehindert hingegen durch eine große Menge dieser Salze, wie John Pringle fand. Dies geschieht denn mit Alkalien, mit gemeinem Salze, mit Gyps u. s. w. welches leztere ein schwefelsaures Salz ist, mit erdigter Basis verbunden. Diese Erfahrung erklärt einigermaßen den Nutzen, welchen die Deutschen und Amerikaner von der Anwendung des Gypses sich versprechen können. Diese letzteren finden es selbst der Mühe werth, diese Substanz (den Gyps) aus Europa zu ziehen. Ich glaube demohnerach-

tet, daß das Alkali unter allen Salzen unendlich weit über jedem andern Salze steht, aus der Ursache, welche ich in meinem Briefe an Herrn John Sinclair erwähnt habe.

Nach diesen Voraussetzungen dürften wir vielleicht einsehen, wie alle diese Düngungsmittel, welche sehr geschwind zersezt werden, öfter angewandt werden müssen, als einige andre, welche, indem sie nur einer langsamen Zersetzung fähig sind, wie Kreide, Kalk, gebrannte und zerstoßene Knochen und Gyps, mehrere Jahre hindurch dem Boden Fruchtbarkeit geben.

Wir dürften ferner auch einsehen, warum gebrannter Kalk den Boden fruchtbarer macht als Kalkstein. Der Kalk, der seiner Kohlensäure beraubt ist, zieht dieselbe leicht wieder aus der Atmosphäre durch die

Feuchtigkeit an; die Kohlensäure wird stark angezogen vom Wasser, in welchem Kalkstein aufgelöst ist, und durch diese Attraction geht die Kohlensäure auch in den gebrannten Kalk über, welcher durch diese Verbindung niedergeschlagen wird. Durch seine feine Vertheilung erhält er Penetrabilität für all Säuren, die die Kohlensäure daraus wiederum entbinden, während daß der Kalkstein, dessen Gewebe nicht durchs Feuer aufgelokkert ist, natürlich nicht so leicht durch die Einwirkung der Säuren, welche er in dem Boden etwa antrifft, zersezt wird.

§. 26.

Ueber Düngung mit menschlichen Exkrementen.

Es erregte lange Zeit meine Verwunderung, daß nur die Exkremente der Pferde

und Kühe allein (und das zwar im Ganzen mit wenig Sorgfalt) zur Düngung aufgehoben, und daß die menschlichen Exkremente, welche unendlich reicher sind, zu sehr vernachläßigt wurden, indem viele Behälter so eingerichtet sind, daß entweder die ganze Masse sich in allgemeine Cloakken verliert, oder der reichste Theil desselben, das Salz, welches hauptsächlich in dem Urin enthalten ist, in den Grund versinkt oder sich verläuft. Wir sollten von den Chinesen lernen, wie wir diese kostbaren Ueberbleibsel unsrer Verdauung aufheben, und dem Boden wieder geben sollten, in der Absicht, sie dadurch in neue Nahrung umschaffen zu lassen. Ich bezweifle gar nicht, daß, — wenn kein menschlicher Abgang verlohren gieng, sondern zur gehörigen Zeit auf den Boden verwendet würde, welcher ausschließlich seine Kraft davon erlangen sollte, — derselbe so fruchtbar dadurch würde, daß er bei eigner Bearbei-

tung mehr als zu seinem Gebrauch hinlängliche Nahrung verschaffen würde. Die Harn- und Darmausleerungen eines einzigen Tages zusammengenommen und wohl gemischt, sind mehr als hinlänglich überflüssig, eine ganze Jahreszeit hindurch vier Quadratfuß Erde zu düngen. Nun können auf einen Raum von vier Quadratfuß mehr Erdäpfel oder andre Vegetabilien wachsen, als ein Mann in einem Tage aufzehren kann. Wenn er etwas von seinem Ueberfluß verkauft, so kann er dafür anschaffen, was nöthig ist, um seine Erdäpfel oder andre dafür eingetauschte Nahrung genießbarer zu machen. Die Chinesen vernachläßigen den Pferde- und Kuhdünger, wie wir unsern eignen, sie hingegen haben überall bedeckte Behälter, um das aufzubewahren, was wir unbenuzt in die Abtritte und in die Straßen laufen lassen.

§. 27.

Wie die Pflanzen das Wasser aus der Atmosphäre ziehen.

Im Anfange dieser Abhandlung habe ich gezeigt, daß einige Pflanzen den größten Theil ihrer wässrigten Substanz von der sie umgebenden Luft ziehen. Dieser Satz ist nicht schwer zu beweisen, wenn man bedenkt, daß alle organisirte Wesen das Vermögen besitzen, Kälte zu erzeugen in einem Medium, was heißer ist, als ihre eigne Temperatur, und Wärme hervorzubringen in einem Medium, das kälter ist, als ihre eigene Temperatur. John Hunter hat bewiesen, daß Bäume in kaltem Wetter Hitze erzeugen. Nichts ist leichter zu beweisen, als daß auch alle Pflanzen in heißem Wetter Kälte erzeugen, und daß einige dieses Vermögen in einem stärkern Grade besitzen als andre. Das Gefühl schon eines Weinstockblattes im Sonnen-

schein wird jeden überzeugen, daß es kälter ist als die Blätter der mehrsten nächststehenden Pflanzen. Die ununterbrochene Ausdünstung der Pflanzen hat ohne Zweifel bei Hervorbringung dieser Kälte Antheil; aber man hat noch einigen Zweifel, daß diese Kälte ganz von den Vitalorganen der Pflanze hervorgebracht werde. Ein Gefäß voll Wasser wird im Sonnenschein empfindlich heißer, als die Blätter einiger Gewächse, obgleich eine unendlich stärkere Abdampfung bei der Oberfläche des Wassers statt findet, als von der Oberfläche der Blätter. Es scheint Zweck der Natur, die Blätter der Pflanzen vor der Aufnahme zu vieler Wärme zu schützen. Diejenige Seite, welche den Sonnenstrahlen unmittelbar ausgesezt ist, hat ein glänzenderes Gewebe, eben als wenn sie mit einem Firniß überzogen wäre, durch welches die Lichtstrahlen eher zurück geworfen als verschluckt werden. Wir wissen, daß ein glänzendes Metall nur wenig Hitze

von dem Sonnenschein aufnimmt, und daß ein Stück schwarzes Tuch im Sonnenschein geschwinder erhizt wird, als ein Stück von einem weißen Kleide; ein Stück grünes Papier, in Wein gehangen, wird mehr Wärme in sich aufnehmen, als ein Blatt, was mit dem Weine gleiche Farbe hat.

§. 28.

Wie die Vegetabilien Feuchtigkeit aufnehmen.

Die Erzeugung der Kälte durch die Vegetabilien [12]) ist von größerer Wichtigkeit, als man dem ersten Ansehn nach glauben möchte, da dies blos durch das Vermögen geschieht, welches die Pflanzen besitzen, einen Theil ihrer Feuchtigkeit aufzunehmen, welcher auf zween verschiedenen Wegen in die Pflanze kommt, erstlich zugleich mit der Luft, in welcher sie aufgelöst ist. Diese wird ununterbrochen von der

Pflanze eingezogen, wie ich in dem zweeten Bande meiner Schrift über die Gewächse bewiesen habe. Zweitens wird sie von den Gewächsen absorbirt, indem sie an ihrer Oberfläche hängen bleibt, oder von der Kälte der Pflanzen niedergeschlagen wird, auf eine Weise, die unsern Sinnen ganz unbemerkbar ist, auf dieselbe Art, wie die Feuchtigkeit von heißer Luft an der Oberfläche eines mit kaltem Wasser oder Eis gefüllten Trichters niedergeschlagen wird.

Luft ist nie und kann nie ohne Wasser seyn, welches in einer doppelten Form in ihr enthalten ist.

Einmal als Wasser selbst, welches eine Verbindung von zwo Luftarten ist, von Lebensluft und brennbarer Luft, oder Oxygen und Hydrogen. Diese Analyse ist, so fern sie das Oxygen betrifft, von Lavoi-

sier, und ich habe sie in meinem ersten Bande über die Vegetabilien bestätigt, indem ich zeigte, daß sie durch die Vegetabilien durch Hülfe des Sonnenlichts bewirkt wird, selbst, wie ich glaube, ehe Lavoisier seine Analyse bekannt machte.

Ein andermal als Luft, welche zwar scheinbar trokken ist, doch immer eine große Menge Wasser enthält, auf eine analoge Weise, wie das Salz in Wasser aufgelöst ist [13]). Das der Luft anhängende Wasser ist auf verschiedene Weise von ihr abzusondern, vorzüglich durch Kälte. Ich habe in meinem Werke *) einen einfachen Versuch angeführt, welcher beweißt, daß die trok-

---

*) Siehe *Experiences sur les végétaux.* Vol. II. p. 157.

kenste Luft immer einen großen Theil Feuchtigkeit in sich enthält.

Daß die Pflanzen zu gleicher Zeit Feuchtigkeit und Luft absorbiren und ausdünsten, ist nicht schwerer zu begreifen, als daß alle innere Oberflächen unsers Körpers unaufhörlich durch eine Feuchtigkeit, die in ihnen ausschwitzt, benetzt sind, und daß zu gleicher Zeit ein Theil derselben Feuchtigkeit ununterbrochen wieder absorbirt, und der allgemeinen Masse der Säfte beigemischt wird. Im dritten Abschnitte des zweiten Bandes meines Buchs und an einigen andern Stellen habe ich, wie ich glaube, bewiesen, daß so eine gleichzeitige Absorbtion und Aushauchung der Luft statt hat.

Ich halte es nicht der Mühe werth, darüber zu streiten, ob diese gleichzeitige

Ein- und Aushauchung durch bestimmte ein- und aushauchende Gefäße, oder durch dieselben Gefäße geschieht, welche beide Functionen abwechselnd annehmen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß absorbirende Gefäße in Thieren auch zu gleicher Zeit die Verrichtung aushauchender Gefäße annehmen, oder, mit andern Worten, daß absorbirende Gefäße manchmal auch eine umgekehrte oder zurückführende Bewegung haben können. Dies ist die Meinung des Herrn Dr. Darwin und vieler andrer sehr berühmter Männer.

Dr. Priestley leugnet schlechterdings alle Aushauchung der Luft, sowohl von der Haut der Thiere, als von der Oberfläche der Pflanzen. Ich glaube demohnerachtet, wie ich schon vorher erwähnt habe, die Wirklichkeit der Aushauchung von beiden bewiesen zu haben, und zwar

daß unsre Haut kohlensaures = und Stickgas [14]) ausdünstet *).

§. 29.

Nutzen der Brache.

Die Oekonomie der Gewächse, so wie wir sie auf den vorigen Seiten dieser Abhandlung skizzirt haben, bringt uns unmerklich zu mehrern Betrachtungen, und auf die Spur der Ursache, warum der Boden allemal erschöpft scheint, wenn er gewisse Gewächse hervorgebracht hat, so daß es die Landleute fast in allen Gegenden verführt hat, den Boden ein ganzes Jahr ruhen zu lassen. Einige Grundstükke verlan-

*) S. *Experiences sur les végétaux* Vol. I.

gen sogar zwei Jahre Ruhe, um ihre vorige Kraft zur Ernährung derselben Pflanze wieder zu erlangen. Einige Pflanzen erschöpfen den Boden leichter als andre; so saugt der Flachs das Land so aus, daß in den Gegenden, wo der feinste Flachs gebaut wird, wie in der Gegend von Waas in Nordflandern und in der Nachbarschaft von Valenciennes, der Werth einer guten Aerndte eben so groß ist, als der Werth des Landes selbst, und wird oft um denselben Preiß verkauft, welches nicht der Fall seyn könnte, wenn der Boden im Stande wäre, jedes Jahr eine erträgliche gute Aerndte von derselben Pflanze hervorzubringen. Virgil kannte diese Verschiedenheit der Pflanzen sehr gut, indem er versichert, daß Flachs, Hafer und Mohn den Boden erschöpfen.

Urit enim lini campum seges, urit avenae;

Urunt lethaeo perfusa papavera
somno *).

Der Boden, welcher Brache liegt, hat demohnerachtet noch nicht die Kraft, verschiedene Pflanzen zu nähren, verlohren, denn wenn man ihn unangerührt liegen läßt, so wird man ihn voll von Unkraut finden, welches größtentheils seinen Ursprung dem Pferdemiste und anderm Dünger verdankt, da diese eine große Anzahl unverdauter Körner verschiedener Pflanzen enthalten. Die größere Weisheit der Chinesen, wie ich schon angeführt habe, und der Japanesen zeigt sich hier, wie in vielen andern Dingen, sehr auffallend, wenn sie Dünger von Menschen, welcher keine solchen Körner enthält, dem Viehdünger vorziehen. Ihre

---

*) Virgil Georg. I. 77.

Felder sind aus dieser Ursache, wenigstens in einem größern Maaße, so frei von Unkraut, daß ein berühmter Botaniker, der vor kurzem mit der holländischen Gesandschaft nach Japan reißte, kaum irgend eine andre Pflanze auf den Kornfeldern finden konnte, als das Korn selbst. Aber in diesen Ländern verbieten die Gesetze die Vernachlässigung oder das Wegschütten aller menschlichen Exkremente, und jedes Haus hat eigene Reservoirs für diesen wichtigen Stoff, von dem vielleicht nicht $\frac{1}{50}$ in den mehresten Ländern von Europa aufgehoben wird. Selbst England, welches als das aufgeklärteste und am besten regierte Land von ganz Europa angesehen wird, und den höchsten Kornmangel leidet, (so daß es manchmal für eine Million Sterling in einem Jahr importirt) verwirft eine Substanz, welche mehr als jede andre zur Befruchtung des Bodens geschickt ist. Es sieht ruhig an, daß mehr als ein Dritttheil akkerbaren

Landes ohne Kultur und Einhegung liegen bleibt.

§. 30.

Der Nutzen der Brache scheint bisher nicht recht verstanden zu seyn. Ein mehr als alter Gebrauch, welcher sich auf Erfahrung gründete, pflanzte die Ausübung vom Vater zum Sohne fort. Der Nutzen, den man von dieser Ausübung herleitet, ist gewöhnlich auf die größere Zerstörung des Unkrauts, indem man das Feld mehreremale aufakkert, und auf die Einwirkung der Atmosphäre auf den Boden berechnet. Mir scheint es einigermaßen zweifelhaft, ob die Alten das Aufakkern des Grundes so nöthig fanden, wie wir thun; denn Virgil, dessen überlegene Kenntniß in der Landwirthschaft seiner Zeit anerkannt ist, spricht von dem Nutzen der

Brache so, als läge er blos in dem ruhen lassen des Bodens, ohne auf das Aufpflügen zu rechnen. Ja er zieht diese Ruhe dem Wechsel der Früchte vor.

Sic quoque mutatis requiescunt foe-
tibus arva.
Nec nulla interea est *inaratae* gratia
terrae *).

Der Hauptnutzen, den man von Ausrottung des Unkrauts zieht, welches sich von selbst durch Fortpflanzung vervielfältigt, ist einleuchtend genug; aber es ist noch nicht ausgemacht, welche Wirkung die Atmosphäre auf den Boden äußert, um ihm

*) Virgil Georg I. v. 82.

seine Fruchtbarkeit wieder zu geben. Diejenigen, welche versucht haben, durch Analyse des Bodens vor und nach dem Ruhen, es ausfündig zu machen, haben vergebens gearbeitet. Ich bildete mir lange Zeit ein, und sagte es zu mehrern meiner Bekannten, daß ein umgekehrter Weg, diesen geheimnißvollen Einfluß der Luft auf den Boden zu untersuchen, vielleicht der beste, wenn nicht der einzige seyn möchte, diese Schwierigkeit zu lösen, d. h. zu untersuchen, nicht was der Boden gewonnen, sondern was die ihn umgebende Luftschicht verlohren hätte.

§. 31.

Geschichte meiner Entdekkung.

Da ich im Jahre 1779 mit der Untersuchung des Einflusses des vegetabilischen Reichs auf die animalische Schöpfung,

oder des Verhältnisses, welches zwischen den beiden organischen Reichen in Absicht auf das allgemeine Element von beiden, die atmosphärische Luft nämlich, beschäfftigt war, so nahm ich nicht so viel Notiz von dem, was mit den Pflanzen selbst vorging, wenn sie mit ihrem eignen Element umgeben sind, als von dem, was mit der sie umgebenden Luft im Licht und im Dunkeln vorginge. Ich begnügte mich selbst im Betreff der Pflanzen gefunden zu haben, daß dieselben nichts litten, wenn man sie einige Stunden mit ihrem eignen Elemente einschließt. Allein um folgende Dinge zusammenhängender vorzutragen, muß ich um Erlaubniß bitten, einige Punkte, welche schon im vorigen entwikkelt wurden, kurz zu wiederhohlen. Wie ich mit mir selbst in Ansehung der Gesundheit der Pflanzen ins Reine war, so fand ich bei der Untersuchung der mit ihnen eingeschlossenen Luft, daß diese sehr verschiendentlich verändert

wurde, bei Tage und zur Nachtzeit, oder selbst an einem dunkeln Platze in der Mitte des Tages. Ich fand, daß die Pflanzen am Tage der sie umgebenden Luft Sauerstoff oder Lebensluft mittheilen, oder das allgemeine säurende Princip, von welchem die Atmosphäre ohngefähr $\frac{27}{100}$ enthält, und daß bei Nachtzeit oder an einem dunkeln Ort am Tage dieselben in die sie umschließende Luft Kohlensäure abgeben, welche aus demselben säurenden Princip verbunden mit Kohle oder Kohlenstoff besteht, zu welchem sie eine große Verwandschaft hat.

Hieraus und aus einigen andern vorher angeführten Thatsachen schloß ich, daß die Pflanzen, nach der gewöhnlichen Ordnung der Natur, das, was sie zu ihrer Erhaltung brauchen, aus der Luft in reichem Maaße ziehen; daß sie dadurch, daß sie immer die gemeine Luft zersetzen, einen

Theil derselben mit dem Boden, oder mit Stoffen mischbar machen, welche in der Erde enthalten sind, als Feuchtigkeiten, Salze u. s. w.; daß die Kohlensäure, welche jezt, nach meiner Theorie, als eine die Pflanze nährende Substanz angenommen ist, unaufhörlich Tag und Nacht von den Wurzeln und Blumen, und in der Nacht von den Blättern und dem übrigen Theile der ganzen Pflanze bereitet wird, von der Natur zu einer wichtigen Benutzung für die Pflanzen selbst bestimmt seyn müsse. Ein Nutzen, dessen Wichtigkeit der wundervollen Wirkung gleich seyn muß, wodurch sie nicht nur von den Pflanzen, sondern durch eine fast allgemeine Operation über die Oberfläche der Erde verbreitet ist, zu einer Zeit vorzüglich, wenn es den Vegetabilien am meisten an Nahrung fehlt. Voll von dieser Ueberzeugung, hielt ich es für sehr wahrscheinlich, daß der Boden selbst auch seinen Antheil an diesem fast

allgemeinen Proceß der Natur haben müsse. Da ich meine Vermuthung auf größere Gewißheit der Experimente bringen wollte, fand ich, daß der Boden, selbst ohne den Beistand irgend einer Pflanze, ununterbrochen dieses allgemeine und säurende Princip aus der ihn umgebenden Luft zu ziehen beschäfftigt ist, und es in Kohlensäure umwandelt, indem er Kohlenstoff darzu bringt, an welches es dem Boden nie fehlt; daß der Boden diese Zersetzung der Luft Tag und Nacht bewirkt, obgleich stärker bei Tage, und bei warmem Wetter, als im Dunkeln und bei kaltem Wetter; und daß diese Zersetzung bei gutem Gartenlande so stark ist, daß es selbst den Einfluß der stärksten Pflanzen im Sonnenschein hindert; so daß die Erde eines Blumentopfs, wenn er durch eine Glasglokke, mit welcher die Pflanze und der Blumentopf bedeckt ist, begrenzt wird, oft mehr Kohlensäure der Luft mittheilt, als die Pflanze

Sauerstoff aushaucht. Da dieser Sauerstoff zu gleicher Zeit von dem Boden absorbirt wird, so hat die übrig bleibende Luft mehr von seinem Oxygen durch die Attraction des Bodens verlohren, als sie durch die Gegenwart der Pflanze gewonnen hatte *) 15).

§. 32.

Mehrere Facta zum Beweis des Gesagten.

Acht Cubickzoll gute Gartenerde, welche ich ohne Düngung in einer Theeschaale im Sommer, wie das Wetter angenehm warm war, drei Tage und drei Nächte

*) *Experiences sur les végétaux* Tom. II. p. 119. 188. 438.

der Berührung von achtzehn Cubickzoll atmosphärischer Luft, aber stets fern vom Sonnenlichte, aussezte, indem ich den Apparat mit einem Blumentopfe bedeckte, verdarben die Luft so sehr, daß ein Wachslicht nicht wohl in ihnen brennen konnte. Ein Maaß dieser Luft, in dem Eudiometer, den ich in meinem Werke über die Gewächse beschrieben habe, mit einer gleichen Menge nitrösen Gas gemischt, wurde auf $1\frac{36}{100}$ zurückgebracht; da ein Maaß atmosphärischer Luft mit einer gleichen Menge vom nitrösen Gas gemischt, auf 1, 002 sich reducirte. Eine ähnliche Menge von demselben Boden, mit derselben Menge Luft umgeben, hatte, indem man den Apparat unbedeckt ließ, so daß die Sonne während des größten Theils des Tages darauf schien, die Luft mehr verdorben, so daß die Atmosphäre den größten Theil seines Oxygens verlohren hatte. Zu eben der Zeit sezte ich zwo ähnliche Quantitäten

gemeiner Luft der Einwirkung von acht Cubickzollen gut gedüngter Gartenerde aus. Der eine Apparat stand im Sonnenschein, der andre wurde die ganze Zeit hindurch mit einem Blumentopf bedeckt gehalten. Wie ich die darüber stehende Luft untersuchte, so fand ich sie weit schlechter als die Luft der beiden erstern Apparate, am schlechtesten war dieselbe in demjenigen, welcher dem Einfluße des Sonnenlichts ausgesezt war; so daß die Luft, die fast ihr ganzes Oxygen verlohren hatte, beinahe in reines Stickgas verändert war. Nur etwas Kohlensäure fand sich beigemischt, welche sich deutlich durch das Kalkwasser verrieth, das trübe wurde, wenn ich es mit einer dieser vier Luftarten schüttelte.

§. 33.

Der Boden zieht den Sauerstoff aus der Atmosphäre.

Alles dieses zeigt nun auf eine sehr auffallende Weise, daß der Boden von der ihn umgebenden Luft den Sauerstoff, das allgemein säurende Princip, anzieht. Es kann da wenig oder gar kein Zweifel übrig bleiben, daß das, was mit der Luft, welche mit der Erde eingeschlossen ist, vorgeht, nicht auch mit derjenigen Luft vorginge, welche unausgesezt über der Oberfläche der Erde schwimmt, d. h. daß der Boden immerfort einige Theile Oxygen aus der über der Erde fortstreichenden Luft zöge. Ein Stück Boden dürfte im Verlauf eines Jahres, besonders wenn er mehreremale aufgepflügt ist, eine beträchtliche Menge Sauerstoff einziehen, vorzüglich aber Gartenland, in welchem verdorbene Vegetabilien oder thierische Substan-

zen, die noch weiterer Zersetzung fähig sind, sich finden. Trockner oder feuchter Kieselsand wirkt kaum oder gar nicht auf die ihn umgebende Luft, auch wird die Luft nicht verändert, wenn sie mit reinem Wasser aufgestellt wird. Da nun alle Säuren ihre Säuren von dem Oxygen hernehmen, dessen gemeinschaftliche Quelle sich in dem unendlichen Ocean findet, welcher unsern Erdball umgiebt, in der Atmosphäre, ist dann nicht einige Wahrscheinlichkeit, daß es möglich seyn werde, dem Erdboden in einem Augenblick das wieder zu geben, was er in nicht weniger als in einem ganzen Jahre, wenn er sich selbst überlassen ist, von der auf ihn ruhenden Luft erlangen kann.

Wenn der Boden von der ihn umgebenden Luft eine beträchtliche Portion Oxygen erlangt hat, entweder weil es in der gemeinen Luft enthalten, oder mit

Kohlenstoff verbunden ist, womit es Kohlensäure ausmacht, so wird der Regen gewiß einen großen Theil davon zu den tiefern Lagen des Bodens bringen, und so den obern Schichten desselben zum Theil die volle Benutzung dieses wohlthätigen Stoffes rauben. — Sollte aber dadurch die Oberfläche des Bodens ihres Sauerstoffs fast gänzlich beraubt werden, so würde dieselbe es doch sehr bald aus derselben Quelle, und so in größerer Menge wieder erlangen, als dies vor dem Regen geschah, weil der Boden, wenn er ganz trokken ist, wenig oder gar keine Wirkung auf die ihn umgebende Luft äußert. In derselben Zeit, daß der Regen eine große Menge den Pflanzen wohlthätiger Stoffe zu dem Innern der Erde bringt, so sind diese Substanzen für die Vegetabilien nicht im Allgemeinen verlohren, da sie von den tiefliegenden Wurzeln der Bäume absorbirt werden. —

welche, obgleich unaufhörlich beschäfftigt die mechanisch in dem Boden enthaltene kohlensaure Luft einzuziehen *), auf jenem Wege einen neuen und wahrscheinlich nothwendigen Zuwachs ihrer Nutrition erhalten. — Nächst dem Vermögen, Kohlensäure aus der Luft durch Anziehung des Oxygens und der Verbindung desselben mit Kohlenstoff auszuscheiden, besitzen die Pflanzen noch eine wundervolle Eigenschaft, selbst Wasser in Lebensluft zu verwandeln; was ich auch 1779 behauptet habe **).

Ich glaube in dem vorhergehenden Theil dieser Abhandlung durch Facta hinlänglich

---

*) Siehe mein Werk über die Gewächse.

**) In meinem Werke über die Vegetabilien.

bewiesen zu haben, daß nicht blos die Vegetabilien, sondern auch selbst der Boden (so wie kaustisches Alkali und Kalkstein) ein Vermögen haben, die Kohlensäure aus der Atmosphäre abzusondern; ohngeachtet die französischen Chemisten versichern, daß gemeine Luft an sich selbst ganz und gar keine Kohlensäure enthalte, wovon man indeß bei dem ewigen Wechsel der Stoffe, bei der Zahl neuer Bindungen, Mischungen, Umhüllungen und Affinitäten, welche ununterbrochen in der belebten und unbelebten Welt vorgehen, nicht leicht Rechenschaft ablegen kann.

§. 34.

Was die Brache aus der Atmosphäre bekömmt, und wie man ihr dies auf einmal geben kann.

Es scheint mehr als wahrscheinlich zu seyn, daß der Boden, der brache liegt,

mehr vom Sauerstoff aus der ihn umgebenden Luft anzieht, als wenn er mit Pflanzen besezt ist; weil zu dieser Zeit die Berührung mit der Luft zum Theil durch jene gehindert wird, und weil die Vegetabilien es in eben dem Verhältniß in sich nehmen, in welchem es erzeugt wird [16]).

Möchte es nicht nach allen diesen Betrachtungen zusammen genommen wahrscheinlich seyn, daß der Sauerstoff in einem Augenblick einem erschöpften Boden mitgetheilt werden könnte, wenn man einige Zeit vor der Aussaat des frischen Korns eine der concentrirtsten Säuren, sehr mit Wasser verdünnt oder unter etwas Erde vertheilt, über denselben ausgöße? Ich bin der Meinung, daß die ersten Versuche, wenn man sie des Anstellens werth achtet, mit concentrirter Kochsalzsäure oder Schwefelsäure, vorzüglich der leztern, gemacht werden sollten, wenn man sie mit einer hin-

länglichen Menge Erde oder mit trocknem Sande vermischte, welcher dann über den Boden zerstreut würde, so wie man Korn säet. Wir wissen mit Bestimmtheit, daß Schwefelsäure, (so wie alle Säuren) nichts anders ist, als Sauerstoff durch brennenden Schwefel aus der Atmosphäre gezogen, dem man etwas Salpeter zusezt, um die Brennbarkeit jenes zu vermehren, indem derselbe dadurch immer neues Oxygen bekömmt, ohne welches keine Flamme brennen kann.

Der Sauerstoff behält seine luftförmige Natur, so lange als er mit einer gehörigen Menge Wärmestoff verbunden ist, welcher als das Hauptprincip der Flüssigkeit aller flüssigen Körper betrachtet wird. Der Wärmestoff wird bei Verbrennung des Schwefels verzehrt [17]). Das Oxygen kann nicht mehr seine luftförmige Gestalt behalten, und verbindet sich selbst mit dem Schwefel als seiner Basis, und macht die Schwefel-

säure, auf eine ähnliche Weise, wie dasselbe Oxygen, wenn es unmittelbar mit Stickstoff als seiner Basis verbunden ist, Salpetersäure macht, und mit Phosphor Phosphorsäure.

Ob ich gleich sehr wohl weiß, daß dieser Vorschlag blos von Theorie und Analogie abgeleitet ist, so kann ich demohnerachtet nicht umhin zu hoffen, daß derselbe von einigen denkenden Oekonomen mit Aufmerksamkeit betrachtet, und fernerer Versuche werth geachtet werden wird. Da ich keine Facta [18]) aufzuweisen habe, welche zur bessern Anleitung dienen könnten, so kann ich blos einige verlorne Versuche angeben, die mehr von der Einbildungskraft hervorgebracht, als auf Erfahrung gegründet sind. Da ich kein Grundstück zu meiner eignen Disposition habe, so konnte ich blos einige vorbereitende Versuche machen, welche, so weit sie gehen, meinen Satz mehr

unterstützen als verwerfen. Ich stellte sie voriges Jahr (1796) mit meinem Freunde, dem Herrn Baron Dimsdale, Mitglied des Parlaments, in seines Vaters Garten an. Ich schüttete ohngefähr eine Drachme Vitriolöl, mit einem Maß Wasser verdünnt, in eine Furche, ohngefähr zween Zoll tief und drei Fuß lang. Unmittelbar darauf säete ich hinein zwanzig Körner Weitzen, und deckte sie mit Erde. Auch säete ich zwanzig Körner in ein Gefäß, über welches ich dieselbe Menge von verdünntem Vitriolöl ausgegossen hatte. Diese Mischungen erhizten sich sehr stark mit dem Boden, welcher viel Kalkerde enthielt. Ein Theil der Kalkerde wurde in Gyps verwandelt, der fein zertheilt einem weißen Pulver glich. Ich wiederhohlte diese Versuche an andern Stellen des Gartens, indem ich statt des Weitzens Hafer, Roggen und Gerste nahm. Dies geschah auch in einigen Blumentöpfen. Obgleich die Menge Säure

bei diesen kleinen Versuchen viel größer war, als die, welche ich auf einem Felde anwenden würde, so war doch das allgemeine Resultat, daß wir, statt das Keimen der Saamen im Geringsten gehindert zu haben, alle Pflanzen schön aufschießend fanden. In den meisten Gegenden des Gartens kamen die angeschwängerten Körner früher hervor, als jene, welche nicht mit Säuren gedüngt waren. Die Salz- und Salpetersäure hat ähnliche Wirkungen als die Schwefelsäure. Die so behandelten Pflanzen waren weder in ihrem Wuchse zurück gehalten, noch schwächer, sondern meistentheils weit stärker und kräftiger.

§. 35.

Vorschläge zu Versuchen.

Ob ich gleich nichts mit gutem Grunde über die Menge Säure, die auf jedes

Akkerland anzuwenden wäre, sagen kann, so würde ich doch, wenn ich über ein Stück Landes freie Disposition hätte, anfangen, auf einem Akker Landes zwölf Pfund concentrirtes mit Wasser verdünntes Vitriolöl, oder besser vertheilt unter trocknen Sand, der wenig oder keinen Kalk oder andre Kalkerde enthält, auszubreiten; auf einem andern Akker würde ich neun Pfund, und auf einen dritten sechs Pfund versuchen, welches, Pfundweise gerechnet, auf den Akker zween Schillinge machen dürfte *). Wenn einiger Vortheil

---

*) Concentrirtes Vitriolöl wurde vor kurzem noch in England und Frankreich das Pfund zu drei Pence in Flaschen, die ohngefähr hundert und funfzig Pfund hielten, verkauft. Jezt (Febr. 1796) ist es bis auf fünf Pence gestiegen. Concentrirte Salzsäure wurde beinahe für denselben Preiß verkauft.

dabei beobachtet würde, so dürften einige aufmerksame Pächter die vortheilhafteste Proportion dieses Stoffs auf die verschiedenen Arten von Land bald ausfündig machen [19]).

Es würde fruchtlos seyn, durch eine besondere Theorie die Wirkung der Säure auf den Boden erklären zu wollen, da es einmal erwiesen ist, daß nach dem natürlichen Laufe der Dinge die Atmosphäre dem Boden dasselbe säurende Princip mittheilt, welches nicht nur die Vitriol- oder Schwefelsäure, sondern auch alle andre Säuren mit bilden hilft. Also würde der Unterschied zwischen: ein Land Brache liegen lassen, und dem Besprützen mit einer kräftigen Säure darin bestehen, daß im ersten Falle eine ganze Aerndte verloren ist, indem man die langsame Einwirkung der Atmosphäre auf den Boden abwartet, da in der vorgeschlage-

nen Methode alles, was die Luft in einem ganzen Jahre verschaffen kann, dem Boden auf einmal gegeben wird.

Ich würde vorschlagen, das Unkraut so bald als möglich zu vertilgen durch Aufakkern in kürzern Zwischenräumen mit der gehörigen Tiefe, das Land noch einmal einen oder zween Tage vor dem Säen oberflächlich zu pflügen, es so viel als möglich zu brechen, dann die Säure über den Boden zu verbreiten, und bald darauf den Saamen auszustreuen.

Die ersten Versuche sollte man mit Körnern machen, welche im Frühjahre gesäet werden, aus Furcht, der Regen möchte im Winter den Nutzen davon hinwegführen.

Es ist vielleicht kein fruchtbarer Boden, welcher nicht einen Antheil von Kalkerde

oder Bittersalzerde oder von beiden enthielte. Diese zween Stoffe nehmen sehr leicht einige Säure in sich, vorzüglich Vitriol- oder Schwefelsäure. Mit der ersten, der Kalkerde, macht sie Gyps mit der zwoten Epsomer oder Bittersalz. In Verbindung mit beiden wird eine große Menge Kohlensäure erzeugt, welche sehr leicht von der Feuchtigkeit des Bodens zurück gehalten, und eben so leicht von den Gewächsen zu ihrer Nahrung absorbirt wird.

Könnte diese Säure nicht dienlich seyn; die Fruchtbarkeit des Landes überhaupt zu vermehren, und die Fruchtbarkeit dem Boden auf einmal wieder zu geben, wenn er durch eine sehr aussaugende Pflanze, wie Flachs ist, erschöpft wird?

---

§. 36.

Hätte ich Land zu meiner eignen Disposition, so würde ich nicht anstehen, auf die schon beschriebene Weise alle diejenigen Stükken Länder zum Versuche zu oxygeniren, die während des nächsten Jahrs zur Brache bestimmt wären, und dann Korn hineinzusäen. Der Verlust, wenn der Versuch der Erwartung nicht entsprechen sollte, würde gering seyn, aber der Gewinn ansehnlich, wenn es glückte. Ich hoffe indeß, daß einige einsichtsvolle Pächter diesen Vorschlag zu einem Gegenstand ihrer Versuche im nächsten Jahre machen werden. Ich würde daher folgende Methode vorschlagen: ein Stück Landes mehreremale aufzuakkern, um das Unkraut zu zerstören, und unter den Grund zu bringen, wo es als Düngungsmittel wirkt; dann dies Stück in fünf gleiche Theile zu theilen, viere davon auf die gewöhnliche Weise zu düngen, und zu oxygeniren, wie es unten angegeben wird.

Auf den fünften dürften weder Dünger noch Säuren angewendet werden, indem diese Abtheilung zur Vergleichung dienen sollte. Auf jede dieser fünf Abtheilungen müßte eine gleiche Menge Korn auf die gewöhnliche Weise gesäet werden. Auf eine der vier Abtheilungen, die besäet werden sollten, würde ich zween Pfund concentrirtes Vitriolöl verdünnt schütten, auf die zwote drei Pfund, auf die dritte vier Pfund, und auf die vierte fünf Pfund. Die Zeit des Aufgangs und Wachsthums so wohl, als die bestimmte Menge Korn, die gewonnen werden sollte, müßte genau angemerkt werden. Durch so einen Versuch würde der Vortheil oder Nachtheil dieses neuen Vorschlags zur Erneuerung des Bodens nebst der vortheilhaftesten Menge der anzuwendenden Säure auf einmal ins rechte Licht gesetzt werden.

Wenn das Project gelingen sollte, so würde eine momentane Erhöhung des Prei-

ses der Schwefel- und Salzsäure die nothwendige Folge seyn, aber die Entdekkung, Vitriolöl aus dem häufigsten Bestandtheile der Welt, dem Schwefel, zu machen, würde ihn sehr bald wieder herabsetzen.

In der Wahl der Gefäße, welche zur Verbreitung des Vitriolöls auf den Boden anzuwenden sind, ist nöthig zu wissen, daß die eisernen bald zerstört seyn würden, da Vitriolsäure das Eisen sehr stark angreift. Da es aber Bley nicht angreift, so könnten gewöhnliche zinnerne Gießkannen mit einem bleyernen Ueberzuge ausgekleidet werden. Ich würde indeß den hölzernen Gefäßen den Vorzug geben.

Nachschrift.

Ich habe mehr als einmal in dieser Abhandlung eines Briefs erwähnt, den ich im Dec. 1794 an Sir John Sinclair über verschiedene Gegenstände des Akkerbaues schrieb, und unter andern über den wohlthätigen Einfluß der alkalinischen und andrer Salze

auf die Beförderung der Vegetation. Da dieser Brief dieser Abhandlung nicht einverleibt ist, so halte ich es für nöthig dem Leser anzuzeigen, daß der vorzüglich gute Effekt des alkalinischen Salzes in meinem eignen Garten so auffallend war, daß alle Gärtner, welche es sahen, ihn der Wirkung des besten Düngers gleich schätzten [20]). Ich wiederhohlte die Anwendung dieses Salzes zu Hartford mit dem Baron Nath. Dimsdale in seinem Garten. Dieser Herr war, wie ich, von den offenbar guten Wirkungen desselben überzeugt. Wir versuchten zu derselben Zeit die Anwendung von verschiedenen Neutralsalzen. Die einzelnen Umstände von diesen Versuchen werde ich vielleicht bei andrer Gelegenheit bekannt machen. Wir stellten auch viele Versuche an mit verschiedenen Auflösungen, welche über den Boden ausgegossen wurden, wie auch über das Einweichen der Saamenkörner. Hier sei

es genug anzuführen, daß von allen Neutralsalzen das Glaubersalz die Vegetation am besten zu befördern schien; und daß das Einweichen der Saamen im Wasser, mit oxygenirter Kochsalzsäure geschwängert, (welche jezt zum Bleichen sehr vortheilhaft angewandt wird) einen vorzüglich guten Effekt in Hervorbringung starker und früh gedeihender Pflanzen hat.

Diese wohlthätigen Wirkungen dieser verschiedenen Substanzen wird sich der einsichtvolle Leser, nach der in dieser Abhandlung vorgetragenen Theorie, leicht erklären können. Wir erstaunten [21]), daß diese Saamen, nämlich Weitzen, Roggen, Gerste und Hafer, welche in vorerwähnte oxygenirte Kochsalzsäure getaucht waren, sogar in acht und vierzig Stunden sehr schön grünten; indem dieselben Saamen während eben der Zeit in andre Flüs-

sigkeiten getaucht, bald zernichtet waren. Dieselbe oxygenirte Flüssigkeit zeigte auch wohlthätigen Einfluß, wenn man den Boden damit benezte.

Anmerkungen

des

Uebersetzers.

Anmerkungen des Uebersetzers.

1) Hierher ist vorzüglich ein noch unbestimmter Baum, Bois de Nattes, auf der Insel Bourbon zu rechnen. Seine mächtigen Wurzeln kriechen über trockne Laven und in ihre Ritzen hinein. Es regnet daselbst acht Monate keinen Tropfen, und doch gedeiht der Baum zu einer außerordentlichen Größe. Der königl. kaiserliche

Hofgärtner, Herr von Bose, welcher diesen Baum auf jener Insel fand, glaubt nach den Früchten schließen zu dürfen, daß es eine Art Achras sei.

2) Einige Pflanzen keimen allerdings im Sauerstoffgas schneller, und sprossen üppiger hervor, allein von allen Gewächsen läßt sich dies nicht sagen; da, nach neuern Versuchen des Herrn von Humboldt, Schwämme sich eben so ungehindert in einem Gemenge irrespirabler Gasarten, denen nur sehr wenig Sauerstoffgas beigemischt ist, entwikkeln.

3) Diese Ausgaben: *Essay upon vegetables* von 1779 und *Experiences sur les végétaux* à Paris von 1780 sind durchgängig gemeint, wenn der Verfasser auf seine Werke verweißt. Die französische Ausgabe ist mehreremale aufgelegt worden, unter andern 1788. Joh. Andreas Scherer über-

setzte sie ins Deutsche: Versuche mit Pflanzen 2 Theile Leipzig 1780. Wien 1788 8. Nun folgten die *Nouvelles Experiences et Observations* à Paris 1785. — Von des Verfassers vermischten Schriften sind einzeln abgedruckt: *Observations physiquès* ein Auszug aus dem *Journal de phys.* Mai 1784. — *Reflexions sur l'économie des végétaux* genommen aus dem *Journ. de phys.* Juin. 1784. — *Remarques sur l'origine et la nature de la matière verte de Mr. Priestley, sur la production de l'air phlogistique par le moyen de cette matière, et sur le changement de l'eau en air dephlogistiqué;* ist eben auch abgedruckt aus dem *Journ. de phys.* Juillet. 1784. und endlich *Lettre* de Mr. Ingenhousz à M. I. van Breda *au sujet de la quantité d'air dephlogistiqué, que les végétaux répandent dans l'atmosphere pendant le jour; au sujet des raisons de l'inactitude de la quantité d'air dephlogistiqué, qu'on obtient*

par les végétaux, exposés au soleil dans l'eau imbibée d'air fixe, ainsi que sur la veritable cause d'influence méphitique nocturne des végétaux dans l'air, auch aus dem Journ. de phys. von eben dem Jahre. Alle diese nebst vielen andern kleinen Aufsätzen wurden unter dem Titel: Vermischte Schriften von Nicolaus Carl Molitor ins Deutsche übersezt, wovon die erste Ausgabe Wien 1782 die zwote vermehrt 1784 ebendaselbst erschien.

4) Diese grüne Materie beschreibt Priestley im vierten Bande seines Buchs über die Luft, welcher unter dem besondern Titel erschien: *Experiments and observations relating to various branches of natural philosophy; with a continuation of the observations on air.* Lond. 1779. (Das ganze Werk wurde von Gebelin ins französische übersezt unter den Titel: *Experiences et observations sur differentes branches*

de la physique traduites de l' Anglois. à Paris 1777 und folgend. 9. Vol. 12. und deutsch kam es zu Leipzig heraus). Diese wichtige Entdekkung erregte die Aufmerksamkeit vieler Physiker, da diese Substanz so einfach in ihrem Ursprunge und so wunderbar in ihrer Wirkung war. Priestley glaubte, sie gehöre weder zum Thier- noch zum Pflanzenreiche, und betrachtete sie als eine Substanz eigener Art. In dem fünften Bande seines Werks erhebt er sie zu dem Range der Pflanzen, und rechnet sie unter die Conferven (Conferva *fontinalis*). Herr Forster erklärte sie für den Byssus *Botryoides* Lin. Allein Senebier widersprach beiden, und meinte, es sei Conferva *cespitosa*, filis rectis undique divergentibus Halleri. Diese Widersprüche wurden blos dadurch veranlaßt, daß jene Physiker die Conferva *rivularis* zu ihrer Untersuchung nahmen, und also gar nicht die Priestleyische Mate-

rie hatten; jene haucht, eben so wie diese, Sauerstoffgas aus. Herr Ingenhousz beschäfftigte sich drei Jahre mit dieser Untersuchung, und beschrieb seine Beobachtungen in der vorher angeführten Abhandlung *sur la matière verte*. (J. Ingenhousz vermischte Schrtften (1784) 2. B. S. 127 — 236. Die Resultate seiner Beobachtungen sind kurz folgende: Priestley untersuchte die Materie erst in ihrem Alter, denn nur kurz nach ihrem Entstehen erkennt man in ihr die thierische Natur. Die erste Entstehung derselben geht so vor sich, daß sich ein Kern bildet, auf welchen sich die zarten Würmer in einem kleinen Haufen ansetzen. Diese lebenden Familien sind sich nicht immer gleich, oft verschieden nach den in das Wasser gelegten Substanzen. Denn man kann ihr Entstehen sehr beschkeunigen, wie schon Priestley that, wenn man in das Glas thierische oder vegetabilische Substanzen bringt, wie Fleisch,

Fisch, Kohl, Erdäpfel. Unter den thierischen Substanzen erhielt Ingenhousz von ein wenig Ochsengalle die mehreste Menge dieses Grüns, so wie unter den vegetabilischen Stoffen, vom Indigo. Schon der Abt Fontana scheint ein ähnliches Phänomen beobachtet zu haben, welches er in einem Briefe an Murray beschreibt. S. memorie della Società ital. Tom. I. Veron. 1781. In abgekochtem Wasser, welches Ingenhousz in einer Flasche mit umgekehrtem Halse in Quecksilber stellte, und Jahre lang der Sonne aussezte, erzeugte sich nie Priestleyische Materie. Sperrte er aber eine verwesliche Substanz mit ein, so erhielt er dieselben Infusionsthierchen in kurzer Zeit. Das merkwürdigste ist, daß diese Materie Sauerstoffgas aushaucht und zwar unter jeder Bedingung. Dieser lezte Umstand unterscheidet sie sehr wesentlich von den Conferven und Tremellen, mit welchen dieselbe einige Aehnlichkeit haben,

diese geben zwar auch dephlogistisirte Luft aber nur wenn sie frisch und ganz sind, die grüne Materie hingegen haucht noch Sauerstoffgas aus, wenn sie getrocknet und zerrieben ist. Wir sind noch nicht im Stande diese Erscheinung vollkommen zu erklären, wahrscheinlich geht eine Zersetzung des Wassers vor. Ingenhousz glaubte nach seinen ältern chemischen Grundsätzen, die grüne Materie verwandle das Wasser und die ihm beigemischten Stoffe in Luft. — Sonderbar wie ihr Entstehen ist die Metamorphose ihres Untergangs, welche Ingenhousz besonders bei einer dieser Familien von Würmern beobachtet hat. Sie erschienen unter dem Vergrößerungsglase wie wahre Fische, sowohl in ihrer Gestalt, als in ihrer Art zu schwimmen. Ihr Grün war überaus dunkel und glänzend. Nach etlichen Tagen verließen sie diesen vollkommenen Zustand, wurden alle rund, durchliessen noch immer das Wasser wie vorher,

allein bald hörten sie auf sich zu bewegen, hingen sich an einander und bildeten eine grüne Kruste. Bei manchen ging die Umbildung nur zur Hälfte vor sich, so daß eine runde Kugel im Wasser sich herum bewegte. Eine ganz ähnliche Erscheinung beobachtete ich vor Kurzem an Würmern größerer Art, welche ich in der Fischblase der Forelle fand, und in Herrn Reil's Archiv für die Physiologie beschrieben habe. Ich hatte die kleinern in eine Unterschaale, welche mit Wasser angefüllt war, gebracht, während ich die größern unter dem Mikroskop beobachtete. Nach einer halben Stunde ungefähr fand ich keinen einzigen diesen Würmer mehr, sondern runde Kugeln wie von dem lokkersten, feinsten Zellstoff gebildet, mit und ohne Schwänze, welche sich im Wasser herumtrieben.

5) Die Verwandlung der einen Säure in die andre ist allerdings erklärbar dann,

wenn die Säuren gleiche Basen haben. So ist einzusehen, wie sich Aepfelsäure in Essigsäure verwandeln könne, weil alle vegetabilische Säuren gleiche Radicale, nämlich Carbon und Hydrogen, nur in verschiedenem Verhältniß gemischt, haben. Säuren von heterogenen Basen aber können sich nur dann in einander verwandeln, wenn ihre Basen selbst wieder zusammengesezt, und zwar aus gleichen Elementen zusammengesezt sind. Wenn der Phosphor z. B. aus Kohlenstoff und Azot bestände, so wäre einzusehen, wie Phosphorsäure aus Kohlensäure und Salpetersäure im thierischen Körper gebildet wird. So aber ist der Phosphor eine noch unzerlegte Substanz und eben so wenig zu begreifen, wie sich Phosphorsäure im thierischen Körper erzeugen kann, als wie sich genossenes Kupfer in Eisen verwandeln könne. Die Möglichkeit ist allerdings nicht zu bestreiten, aber annehmen darf man es noch nicht, ehe nicht

wirkliche Versuche es erweisen. Denn bekanntlich wird die Phosphorsäure als Product bei der Analyse des Harns, der Knochen ꝛc. erhalten, welche eigentlich nur die Basis, den Phosphor enthalten. S. Girtanner's Anfangsgründe der antiphlogist. Chemie (Berlin 1795 8.) S. 67. — Gren's Handbuch der Chemie Th. II. §. 1604. S. 379 (Halle 1794 8.) Vergleiche hiermit Alex. Nicol. Scherer's Beantwortung der Frage: wie ist die Phosphorsäure im thierischen Körper enthalten? in desselben Nachträgen zu den Grundzügen der neuen chemischen Theorie. (Jena 1796 8.) S. 320 u. f.

6) Durch Fleischspeisen, Brod, Hülsenfrüchte, Schwämme u. s. w. kommt eine beträchtliche Menge Phosphor in den Körper, da bekanntlich alle mehlige thierische und thierähnliche Stoffe Phosphor enthalten.

7) Dies geschieht vorzüglich in den Spiralgefäßen (vasa pneumatochymifera s. Tracheae), welche Herr Professor Hedwig zuerst genau bestimmt und beschrieben hat. Siehe dessen Schrift *de fibrae vegetabilis ortu* p. 25 — ferner dass. *Fundament. historiae natur. muscorum frondosor.* P. 1. Tab. 2. fig. 9. und endlich eben desselben Zusätze zu meiner Uebersetzung von des Herrn von Humboldt Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen (Leipzig 1794. 8.) S. 157.

8) Herr von Humboldt hat durch neuere Versuche beobachtet, daß während des Keimens sich Luft bildet, und zwar Kohlensäure, Azot und Hydrogen nämlich, wie er vermuthet, das Hydrogen aus dem zerlegten Wasser, das Azot, was mechanisch in den Saamen enthalten ist, und sich wahrscheinlich durch die vasa spiralia in sie ergießt, und die Kohlensäure

aus einem Theil des Oxygens, welches an den in dem Saamenkorn enthaltenen Kohlenstoff tritt. Es wäre überhaupt sehr interessant, die eingeschlossene Luft in manchen Theilen der Gewächse und Thiere genauer zu kennen, wie die in den Saamenkapseln mancher Pflanzen, im Ey, und was für praktische Medicin so überaus wichtig wäre, die Luftarten des Darmkanals, die sich zu verschiedenen Zeiten in ihm entwikkelt. Ueber die erstere hat man von J. Ingenhousz Versuche, nämlich über die Saamenkapseln der Physalis Alkekengi, Cardiospermum halicacabum, und Colutea arborea: er fand, daß sie gemeine Luft enthielten, — S. desselben *Experiences sur les végétaux* à Paris. 1789. Tom. II. p. 60. 61. — gegen das gewöhnliche Vorurtheil, daß sie dephlogistisirte Luft enthalten sollten. Ueber die Luft im Ey hat man sehr widersprechende Versuche. Nach deutschen Experi-

menten, welche Herr Girtanner anstellte dessen Antiphlogistische Chemie neueste Ausgabe von 1796. S. 225. soll an beiden Enden Wasserstoffgas, nach Coxe's Versuchen hingegen Sauerstoffgas seyn. Sollten diese Herrn vielleicht das Ey zu verschiedenen Zeiten geöffnet haben? Der leztere früher, und der erstere spät, kurz vor dem Durchbruch des Hühnchens? Auch die Luftart in dem ganz eigenen Luftbehälter der Fische ist untersucht. Fourcroy hat zuerst die Luft in Karpfenblasen geprüft und gefunden, daß Stickgas mit etwas kohlensaurer Luft verbunden die Bestandtheile derselben ausmachen. (S. Fourcroy *Observations sur le Gas azote contenu dans la vessie natatoire de la carpe* etc. in den *Annales de Chemie*. Tom. I. p. 47. Erwähnt sind diese Versuche wiederum in Crell's chemischen Annalen 1790. 1. Th. S. 175. und in Gren's Journal der Physik 1790 1. B. 1. Heft.) Ich habe

dieselben Versuche wiederhohlt, und sie in meiner Abhandlung über die Schwimmblase der Fische, Leipzig 1795. 8. S. 15 beschrieben. Allein es bleibt immer noch die Frage übrig, ob nicht die Luft in den Blasen verschiedner Fische verschieden sei? ferner ob nicht das verschiedene Alter der Fische, die Temperatur des Wassers, die Verdauung oder andre Functionen im Fischkörper u. s. w. auf die Verschiedenheit derselben Einfluß haben? — Was mag endlich für Luft in der Blase des Schwimmkäfers (Gyrinus Natator) enthalten seyn, die sich an seinem Hintern zeigt, wenn er unter das Wasser fährt?

9) Bleichsucht. Senebier erklärt den Begriff selbst so, daß er sagt, es sei die Kränklichkeit, in die eine Pflanze verfällt, wenn sie des Einflusses des Sonnenlichts beraubt ist. Sie verräth sich durch eine bleichgelbe Farbe, welche die Pflanze

überzieht, durch ein sonderbares Aufschießen des Stengels und durch ganz kleine verkrüppelte Blätter. S. Senebier über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drei Reiche der Natur, auf das Pflanzenreich insonderheit. Aus dem Französ. Leipzig 1785. 2ter Theil. 3te Abtheilung S. 1.

10) Der Erfolg der Youngischen Versuche ist in der That befremdend, und es scheint allerdings, als nähme die Kohle einen wichtigen Platz unter den Düngungsmitteln ein. Das wissen die holländischen Gärtner schon längst, da sie, um das Wachsthum der Pflanzen zu befördern, gepülverte Kohle auf den Boden der Blumentöpfe streuen. Auch haben dies direkte Versuche des Herrn von Humboldt und noch neuerlichst des alle Theile der Naturkunde umfassenden Herrn Geheimenraths von Göthe gelehrt. Die

Pflanzen wuchsen üppiger, blühten früher, trieben mehr Blätter in einer Erde, die mit Kohlenstaub gemengt war. Die Art, wie diese Kohle wirkt, ist indeß nicht leicht zu bestimmen. Es ist denkbar, daß Kohlenpulver, mechanisch im Wasser vertheilt, von der Pflanze eingesogen werde; es ist aber auch eben so denkbar, daß die Kohle die Zerlegung des Wassers befördere, daß sie in Berührung mit der atmosphärischen Luft, welche die Zwischenräume der Erde erfüllt, Kohlensäure bilde, oder daß sie durch ihre geringe Wärmeleitende Kraft auf die Temperatur der Pflanze wirke. Man muß nicht auf einzelne Verhältnisse allein Rücksicht nehmen, wo so viele zusammen wirken.

11) Alle Gärtner pflegen den jungen Stöcklingen die Blätter zu nehmen, in dem Wahne, daß auf die Bildung des Parenchyma zuviel Säfte verwandt würden.

Der verdienstvolle Aufseher des academisch-botanischen Gartens zu Wien Herr van der Schot hat längst eingesehen, wie wenig diese Behandlung in physiologischen Grundsätzen gegründet ist. Er läßt den Stöcklingen die Organe ihrer Ernährung, und findet, daß sie mit Blättern unendlich schneller gedeihen als im blattlosen Zustande.

12) Die Kühlung, welche Pflanzen erregen, entsteht nach der Theorie des Herrn von Humboldt aus dem Respirationsgeschäft der Pflanzen. Sie nehmen aus der atmosphärischen Luft den Wärmestoff in sich, und hauchen ihn mit Sauerstoff verbunden wieder aus. Siehe desselben Aphorismen aus der chemischen Physiol. d. Pflanzen. S. 104.

13) Hier berührt Herr Ingenhousz das schwierige Problem, über dessen Ent-

scheidung die größten Chemisten neuerer Zeit uneinig sind, nämlich die Frage, ob, wie Saussure und alle Antiphlogistiker glauben, Wasser in Luft aufgelöst wird, oder ob dies Wasser, wie Herr de Luc behauptet, als Wasserdampf in einen Zustand übergeht, in welchem es aufhört Wasser zu seyn. Nach dieser leztern Meinung hat die atmosphärische Luft, wie alle andre Gasarten, Wasser zur Basis, und was wir in ihr wiegen, ist die ponderable Wasserbasis selbst. Schränkt man sich auf die Beobachtung wirklicher Thatsachen ein, so kann Herrn de Luc's System wohl nicht apodictisch vertheidigt werden.

14) Diese wichtige Entdeckung gehört allerdings Herrn Ingenhousz, ob sie gleich in neuern Zeiten immer Herrn Abernethy zugeschrieben wird.

15) Diese Aushauchung erklärt viele Facta, wovon ich hier nur einige erwähnen will. Sie erklärt, warum in Gewächshäusern, in welchen doch Pflanzen mit sehr breiten Blättern grünen, die Luft nicht sehr rein an Sauerstoffgas ist, wie Herr Ingenhousz beobachtete (*Experiences sur les végétaux* Tom. II. S. 168 — 206. der Ausgabe von 1789), weil da die große Masse von Sauerstoff, welcher von den schönen grünen Pflanzen in die Höhe steigt, von der schwarzen Erde der Blumentöpfe, deren Oberfläche mit keinem Unkraut bedeckt ist, größtentheils wieder aufgenommen, und als Kohlensäure ausgehaucht werde. In vielen Gewächshäusern konnte der kranke Zustand der Gewächse daran Schuld seyn, daß sie wenig Oxygen aushauchten, aber es giebt Gewächshäuser, wie die kaiserlichen in Schönbrunn, in denen die Pflanzen so frisch und üppig gedeihen, als wären sie

ihren Geburtsörtern nicht entrückt. Ferner steht mit dieser Thatsache auch die Beddoessche Cur der Schwindsüchtigen im Zusammenhange. Schwindsüchtige athmen leichter, wenn sie dem Pfluge folgen, der die Erde aufreißt, und ihr eine neue Oberfläche giebt. Auch hat Herr Hufeland gefunden, daß Schwindsüchtige sich erleichtert fühlten, wenn sie Blumentöpfe mit schwarzer Erde vor sich stehen hatten. Dies veranlaßte den Herrn von Humboldt, Versuche mit dieser Luft, welche eine solche schwarze Erde aushaucht, anzustellen. Er stürzte eine Glokke über Töpfe, welche mit schwarzer Gartenerde gefüllt waren, ließ sie erwärmt eine Zeitlang stehen, und fand, daß die in der Glokke enthaltene Luft mit vieler Kohlensäure und Stickgas gemengt war.

16) Des Verfassers Idee erklärt zwar die Nützlichkeit der Brache, aber nicht den

Nutzen, den das Wechseln der Früchte auf die künftige Saat hat. Etwas, was hierin einiges Licht giebt, scheint in der Beobachtung des Herrn Brugmanns zu liegen, daß die Pflanzen, wie die Thiere, ihren Unrath von sich lassen, und so dem Boden etwas beimischen, was ihm nützlich seyn dürfte. S. Brugmanns *Diss. de Lolio eiusdemque varia specie, noxa et usu.* L. 1785. u. Coulon *de mutata humorum in regno organico indole a vi vasorum vitali derivanda.* Lugd. B. 789. p. 82.

17) Nach Lavoisier's Theorie keines Weges verzehrt, sondern frei als fühlbare Wärme entbunden, und nach und nach von den sie umgebenden Stoffen wiederum latent gemacht.

18) Es gab allerdings einige Facta, welche Herrn Ingenhousz in seiner

Meinung über Ausschwängerung des Bodens mit Sauerstoff befestigen konnten. Herr von Humboldt hat vor mehrern Jahren durch Versuche erwiesen, daß Metallkalke, besonders die, welche den Sauerstoff leicht fahren lassen, das Aufschießen der Gewächse und ihre Entwikkelung beförderten. Er stellte diese Versuche, welche Herr von Uslar und andre glücklich wiederhohlt haben, nach eben der Folge analoger Schlüsse an, welche den Verfasser leiteten.

19) Sollte nicht im vorigen Versuche, der nicht mit der überzeugenden Genauigkeit und Einfachheit angestellt ist, als die zahllosen andern Versuche, welche die Pflanzenphysiologie Herrn Ingenhousz verdankt, die Entbindung der Kohlensäure, welche von der Schwefelsäure ausgeschieden wurde, am meisten gewirkt haben? Der Schwefel scheint in der Schwefel-

säure so fest an den Sauerstoff gebunden zu seyn, daß der leztere wohl nicht so leicht an den Boden treten möchte. Dies zeigen auch vergleichende Versuche über die keimbefördernde Kraft der Schwefelsäure und oxygenirten Kochsalzsäure.

20) Dieser Versuch hängt mit einem ältern von Herrn Coulon zusammen, welcher fand, daß Zweige in gleichen Zeiten mehr Wasser einsogen und schneller vegetirten, wenn dem Wasser flüchtiges Alkali beigemengt war, als wenn sie in gemeinem Wasser standen.

21) Deutschen Lesern ist bekannt, daß diese Entdekkung über den Einfluß der oxygenirten Kochsalzsäure auf das Keimen der Pflanzen dem Herrn von Humboldt gehört, welcher die ersten Versuche hierüber im Februar des Jahrs

1793 anstellte, und in seinen Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen S. 61 u. f. bekannt machte. Diese Aphorismen erschienen zuerst lateinisch in seiner *Flora Fribergens. subterranea* Berol. 1794. 4. Ich habe darauf dieselben ins Deutsche übersetzt und mit Zusätzen meiner Lehrer, der Herren Prof. Hedwig und Ludwig, in Leipzig 1795. 8. herausgegeben. Herrn Ingenhousz scheint die *Flora Fribergensis* nicht bekannt geworden zu seyn. Nach diesen Versuchen also, welche zuerst mit oxygenirter Kochsalzsäure angestellt wurden, keimten Saamen vom Lepidium sativum, welche in dieser Säure lagen, in sechs bis acht Stunden; die hingegen, welche in reinem Wasser gelegen hatten, keimten erst nach sechs und dreißig bis acht und dreißig Stunden. Bei vielfach abgeänderten Versuchen hat der Herr von Humboldt die Wirkung der oxygenirten Kochsalzsäure

immer wieder so gefunden. So theilte er zum Beispiel gut getrocknete Kieselerde (S. 64. der deutschen Uebersetzung), worin Saamen vom Pisum Phaseolus und Lepidium gesäet waren, in zween Theile, wovon er den einen mit reinem Wasser, den andern mit solchem, das mit oxygenirter Kochsalzsäure gemischt war, benezte. In diesem sproßten nach drei Tagen kleine Cotyledonen an einem kurzen Stengel hervor, bei jenem hingegen nach vier Tagen. Ich habe diese Versuche im October 1796 in Leipzig wiederhohlt, und dieselben Resultate gefunden. Nach neuern Versuchen keimen Kressensaamen, wenn man den Reiz des Sauerstoffs mit dem der Wärme verbindet, gar in drei Stunden. Es ist daher Herrn von Humboldt geglückt, die Zeit des Keimens durch die Anwendung dieser Potenzen um $\frac{11}{12}$ zu beschleunigen. Auch hat seit einigen Jahren die Gartenkultur aus jenen Entdekkungen Vortheil

gezogen. Herr van der Schot zu Wien, dessen ich schon oben rühmlichst erwähnte, sammelte alle alte Saamen, welche im botanischen Garten seit beinahe 20 Jahren zerstreut lagen, und auf keine Weise keimen wollten. Durch Einweichen in Wasser, das mit oxygenirter Kochsalzsäure geschwängert war, reizte er sie so wohlthätig, daß die meisten zu keimen anfingen. Ich habe selbst sechs bis acht Zoll hohe Pflanzen der seltensten exotischen Gewächse gesehen, welche man blos diesem Mittel verdankte. Selbst die Saamen der Mimosa scandens und einer Ipomaea von Isle de France, die noch niemand zum Anschwellen brachte, keimten sehr schön. Erstere ging zwar ein, aber desto schöner grünte die Ipomaea. Auffallend ist noch dabei, daß die oxygenirte Kochsalzsäure selbst auf die hartschaalichsten Saamenkapseln, wie auf die der Guilandina, wirkt.

Sollte sich nicht der Akkerbau von dem Begießen mit dieser leicht zersetzbaren Flüssigkeit mehr als von der Schwefelsäure zu versprechen haben?

Leipzig,
gedruckt bei Johann Wilhelm Kramer.

X IX.88

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ingen-Housz, Jan, / Fischer von Waldheim, Gotthelf, / Humboldt, Alexander <
<von>>,

J. Ingenhousz über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens

Leipzig 1798

Oecon. 933
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10296224-4
VD18 10728457